COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, QUAI DES AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME QUATRE-VINGT-QUINZIÈME.

JUILLET. — DÉCEMBRE 1882.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

1882

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 JUILLET 1882.

PRÉSIDENCE DE M. JAMIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** informe l'Académie que la *Romanche* doit prendre la mer cette semaine, sous le commandement du capitaine Martial, pour se rendre au cap Horn. M. le Ministre de la Marine a mis le plus grand empressement à donner satisfaction à tous les vœux de l'Académie. Prenant en considération les circonstances spéciales dans lesquelles va se trouver la partie de l'expédition chargée des observations magnétiques et météorologiques, qui séjournera pendant une année à terre, dans un pays inhabité, humide et froid, il a exagéré les précautions, non seulement pour garantir la sécurité des missionnaires et des matelots qui les accompagnent, mais aussi pour assurer leur bien-être.

L'Académie trouvera convenable sans doute qu'en son nom des remerciements soient adressés au Ministre de la Marine et que nos vœux pour le succès de l'entreprise aillent témoigner au commandant et aux membres de l'expédition tout l'intérêt qu'elle nous inspire.

L'Académie, sur la proposition de M. le **Président**, adopte ces deux propositions et charge M. le Secrétaire perpétuel de leur donner la suite nécessaire.

PHYSIQUE. — *Sur les apparences de l'arc électrique dans la vapeur du sulfure de carbone;* par MM. **Jamin** et **G. Maneuvrier**.

« J'ai fait connaître à l'Académie, dans la séance du 19 juin, les modifications que l'arc électrique éprouve dans le vide des machines pneumatiques, quand il est produit par une machine Gramme à courants alternatifs de grande tension. Je n'ai pas tardé à reconnaître que les apparences se modifient si l'on introduit des gaz ou des vapeurs dans le vase de verre où se fait l'expérience. Elles sont très remarquables dans la vapeur de sulfure de carbone.

» Le brûleur est formé par deux charbons verticaux parallèles fixés à leur base; les extrémités supérieures qui se regardent peuvent être réunies ou séparées par un mécanisme simple. L'appareil est placé sous une grande cloche de machine pneumatique où l'on fait un vide aussi complet que possible : on sait qu'alors l'arc ne se forme pas; il est remplacé par les lueurs des tubes de Geissler; mais, quand on introduit quelques gouttes de sulfure de carbone de manière à obtenir un accroissement de $0^m,05$ à $0^m,06$ de pression, on voit l'arc s'allumer entre les pointes quand elles se touchent et persister quand on les sépare.

» A ce moment il y a comme une explosion de lumière, si vive qu'on ne peut la supporter, incomparablement supérieure à l'éclat habituel de l'arc; en la regardant avec des verres foncés, on voit un arc éclatant, de $0^m,05$ à $0^m,06$ de hauteur, qui ressemble à un fer à cheval ou à un oméga majuscule. Les deux extrémités sont aux deux pointes du charbon; on voit en outre une longue flamme, pareille à celle d'un foyer, qui surplombe l'arc, s'en échappe et monte verticalement.

» Les pointes des deux charbons paraissent rouges et très brillantes; mais l'arc est vert pâle, et, comme sa lumière domine celle des charbons, toute la salle est illuminée de cette teinte, comme elle le serait par une flamme de Bengale au cuivre. L'éclat augmente jusqu'à devenir intolérable quand la tension de la vapeur augmente; mais, comme la résistance du milieu augmente en même temps, l'arc s'éteint souvent et il faut à chaque instant le rallumer en faisant joindre les deux charbons.

» Étudiée au spectroscope, cette lumière offre toutes les raies des gaz carbonés en combustion, mais plus complètes et plus nettes. Ce sont celles que M. Thollon a décrites dans la séance du 1er août 1881. Le spectre est très discontinu. A son extrémité rouge on voit une plage cannelée : d'abord

une ligne très vive suivie de plusieurs autres serrées et plus minces, puis une ligne plus large qui répète la première et qui est également suivie de raies fines; ces apparences se répètent en marchant vers l'orangé, mais en s'affaiblissant jusqu'à disparaître. Après un intervalle obscur, on retrouve les mêmes apparences dans le jaune et dans le commencement du vert; puis un intervalle obscur, puis la répétition des mêmes effets dans le vert, et enfin dans le violet.

» En résumé, le spectre se compose de quatre parties cannelées dans le rouge, le jaune, le vert et le violet, tellement identiques qu'on les prendrait, à la coloration près, pour un même dessin qui se serait transporté du rouge vers le violet. Il est bien probable qu'elles obéissent à une même loi harmonique qui reste à trouver.

» De ces quatre plages, c'est la verte qui est de beaucoup la plus lumineuse, c'est elle qui donne la teinte spéciale que prend l'arc et qui colore tous les objets en vert.

» Pendant que ces apparences se manifestent, une action chimique se produit : s'il est resté de l'air dans la cloche et si l'appareil n'est pas bien clos, le sulfure de carbone brûle incomplètement; un nuage de soufre remplit l'espace et se dépose sur les parois; le charbon brûle seul. Si l'air a été bien purgé, ces nuages ne se forment point; un dépôt brun se fixe sur les parois, devient noir, se colle au verre et le ternit. Ce dépôt est volatil; son odeur rappelle celle du sulfure.

» C'est évidemment un composé de soufre et de charbon, peut-être un protosulfure correspondant à l'oxyde de carbone, peut-être une modification isomérique du sulfure ordinaire. On ne voit, en effet, ni dépôt de soufre ni de charbon, et les crayons du brûleur n'ont rien perdu ni gagné. Il est probable que le sulfure de carbone est dissocié, le soufre volatilisé, le charbon en vapeur disséminé dans l'arc, et que ce charbon et ce soufre se recombinent dans la flamme pour reconstituer une combinaison dans des conditions différentes; mais ce n'est là qu'une conjecture, aucune analyse n'ayant encore été faite.

» En résumé, cette expérience est remarquable par la quantité extraordinaire de lumière produite, par la grandeur de l'arc, par sa couleur, par la composition de son spectre et par les actions chimiques qui prennent naissance. Il n'est pas probable qu'on en puisse jamais tirer parti pour l'éclairage, à cause de sa couleur, à moins que ce ne soit pour des phares ou des signaux envoyés au loin. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur l'électrolyse de l'eau oxygénée;* par M. **Berthelot.**

« L'électrolyse de l'eau oxygénée a toujours attiré, à juste titre, l'attention des physiciens ([1]), à cause du double caractère de l'oxygène engagé dans cette combinaison. J'ai recherché quelle était la force électromotrice minima nécessaire pour produire l'électrolyse de l'eau oxygénée, en présence de l'acide sulfurique dilué (23^{gr} par litre). J'ai opéré avec de l'eau oxygénée très étendue (3^{gr} par litre), afin de prévenir autant que possible l'absorption de l'hydrogène.

» L'électrolyse a lieu de deux manières différentes : tantôt, il y a production des gaz normaux, oxygène et hydrogène, aux deux pôles; tantôt au contraire, il se produit uniquement de l'oxygène, l'hydrogène pouvant être regardé comme absorbé au pôle négatif. Ce dernier phénomène a lieu même avec des forces électromotrices très petites, telles que celle d'un seul couple zinc-cadmium et au-dessous. A la limite, il se confond avec la décomposition lente que l'eau oxygénée éprouve spontanément, le courant électrique ayant alors pour seul effet apparent d'activer cette décomposition, au contact de l'électrode qui se trouve au pôle positif. Elle devient plus vive encore avec 2 couples zinc-cadmium.

» Ainsi le courant électrique accélère la décomposition de l'eau oxygénée, effet que l'on eût attribué autrefois à la prétendue force catalytique : je donnerai tout à l'heure l'explication de cette remarquable accélération.

» J'ai observé que c'est seulement sous l'influence d'un Daniell que l'hydrogène commence à se dégager, en même temps que l'oxygène, et ces dégagements simultanés s'accroissent à mesure que l'on augmente la force électromotrice.

» Comparons maintenant les forces électromotrices, les réactions électrolytiques correspondantes, et les quantités de chaleur que ces dernières consomment.

» 1° La décomposition de l'eau oxygénée dans ses éléments, oxygène et hydrogène,

$$HO^2 = H + O^2, \text{ absorbe} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad -23^{Cal},7$$

([1]) *Voir,* entre autres, les travaux développés de M. Edmond Becquerel (*Annales de Chimie et de Physique,* 3e série, t. XI, p. 179) et, en dernier lieu, ceux de M. Schöne (*Annalen der Chemie,* Band 197, p. 137).

Or la force électromotrice d'un Daniell résulte d'une réaction qui développe $+ 24^{Cal},5$, une quantité à peine supérieure à la chaleur absorbée par la décomposition d'un équivalent d'eau oxygénée en ses éléments.

» Il y a donc accord exact entre la force électromotrice minima nécessaire pour produire l'hydrogène et la quantité de chaleur indispensable pour mettre en liberté les deux éléments de l'eau oxygénée.

» Je ne discuterai pas si cette mise en liberté des éléments se fait en deux temps, c'est-à-dire si l'eau oxygénée se résout d'abord en oxygène et eau, laquelle s'électrolyserait ensuite : je ferai seulement observer que l'énergie mise en jeu répond nécessairement à la somme algébrique des deux effets; car la force électromotrice (34,5) indispensable pour décomposer l'eau, envisagée isolément, n'est pas présente. Ici, comme dans les phénomènes électrolytiques en général, l'état initial et l'état final entrent seuls dans le calcul de la force électromotrice indispensable.

» La même observation s'applique au rôle joué, dans le compte des énergies, par l'acide sulfurique qui rend la liqueur conductrice. Quelle que soit la raison théorique de cette conductibilité, elle est étrangère au calcul thermique, attendu que l'acide sulfurique se retrouve à la fin de l'expérience, sans autre changement que la séparation de la trace d'eau ou d'eau oxygénée électrolysée; or, cette séparation n'absorbe qu'une quantité de chaleur très petite et même non mesurable. Dès lors, la somme des énergies nécessaires pour décomposer un équivalent d'eau acidulée est la même que celle qui serait nécessaire pour décomposer l'eau pure, c'est-à-dire égale à $34^{Cal},5$. De même, la somme des énergies nécessaires pour décomposer un équivalent d'eau oxygénée acidulée est la même pour un équivalent d'eau oxygénée dissoute dans l'eau pure, soit $23^{Cal},7$. Telle est donc la seule quantité qui intervienne dans le calcul théorique de la force électromotrice.

» 2° Soit encore l'électrolyse de l'eau oxygénée, sans dégagement d'hydrogène. Ici, on peut admettre soit, que l'eau oxygénée se décompose en eau et oxygène; soit, et plutôt, qu'il se développe une réaction secondaire, en vertu de laquelle l'hydrogène électrolytique est absorbé par l'eau oxygénée, le tout formant $2^{éq}$ d'eau ordinaire. Calculons la chaleur dégagée par cette réaction :

$$HO^2 + H = 2HO, \text{ dégage} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +45^{Cal},3$$

Cette réaction dégage $+ 45^{Cal},3$, quantité qui surpasse les $- 23^{Cal},7$ absorbées dans la décomposition en éléments. La réaction électrolytique

totale devient ainsi

$$\left\{\begin{array}{ll} HO^2 = H + O^2 \ldots\ldots\ldots\ldots & -23^{Cal},7 \\ H + HO^2 = 2HO \ldots\ldots\ldots\ldots & +45,3 \end{array}\right.$$

c'est-à-dire en tout

$$2HO^2 = 2HO + O^2 \ldots\ldots\ldots \quad +20^{Cal},6.$$

Cette réaction totale dégageant de la chaleur, elle peut s'accomplir sous l'influence d'une force électromotrice aussi minime que l'on voudra; c'est-à-dire que l'action secondaire s'ajoute à l'action fondamentale, d'après la loi que j'ai établie il y a quelque temps (*Comptes rendus*, t. XCIII, p. 661, 666, 757, 760).

» On s'explique ainsi les deux modes distincts de décomposition électrolytique de l'eau oxygénée et leur corrélation avec les forces électromotrices qui déterminent chacun d'eux. Ajoutons d'ailleurs que deux modes d'électrolyse distincts peuvent coexister, comme je l'ai montré par l'étude de l'électrolyse du sulfate de fer et du sulfate de manganèse (*Comptes rendus*, t. XCIII, p. 760). La coexistence se traduit ici par la variation des rapports de volume entre l'hydrogène et l'oxygène dégagés. Ces volumes ne sauraient malheureusement être comparés avec ceux qui se dégageraient dans un voltamètre à eau acidulée, placé dans le même circuit, parce qu'une portion de l'eau oxygénée se décompose indépendamment du courant.

» 3° Si l'on emploie une force électromotrice plus grande encore et capable de décomposer l'eau acidulée (ce qui exige $34^{Cal},5$), le rapport de l'hydrogène à l'oxygène tend à s'accroître en vertu de cette troisième réaction, dont les effets s'ajoutent avec ceux des deux autres (¹); mais une partie demeure toujours absorbée par l'eau oxygénée (²). Ces phénomènes de réactions superposées et simultanées, se développant chacune pour son compte, et sans annuler les précédentes, dès que la force électromotrice

---

(¹) Au contraire, la production de l'acide persulfurique, en quantité faible d'ailleurs, à cause de la dilution de la liqueur, tend à abaisser la dose de l'oxygène (*Annales de Chimie et de Physique*, 5ᵉ série, t. XIV, p. 357, et t. XXI, p. 181).

(²) Les effets développés par de telles forces électromotrices, très supérieures à celles qui sont indispensables pour commencer le phénomène, sont complexes, puisqu'ils répondent à la résultante de trois réactions. On en trouvera une étude fort soignée dans le Mémoire de M. Schöne (p. 148), qui a employé de 2 à 10 couples Bunsen, mais sans avoir eu la pensée de rechercher la limite des forces électromotrices qui commencent la réaction.

correspondante est présente, sont conformes, je le répète, à ceux que j'ai observés dans l'électrolyse des sels alcalins et métalliques. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur la force électromotrice d'un couple zinc-charbon;* par M. **Berthelot.**

« J'ai mesuré, à l'aide de l'électromètre Mascart ([1]), la force électromotrice d'un couple zinc-charbon ([2]), immergé dans l'acide sulfurique étendu.

» Cette force varie très rapidement, en raison de la polarisation, et les effets chimiques qu'elle est susceptible de provoquer varient exactement suivant la même proportion.

» Lorsque la pile vient d'être fermée, la force électromotrice d'un couple zinc-charbon surpasse de beaucoup celle d'un couple zinc-platine : le rapport a été trouvé égal à 1,76. Elle surpasse également celle d'un couple Daniell, dans le rapport de 1 : 1,29; c'est-à-dire qu'elle est sensiblement égale à la somme des forces d'un couple Daniell et d'un couple zinc-cadmium réunis. Au moment où l'on réunit les deux pôles du couple zinc-charbon, sa force électromotrice surpasse même cette somme, et le rapport de ladite force à celle d'un couple Daniell peut atteindre 1,37; mais la force baisse aussitôt, jusque vers 1,30 à 1,29. Elle est alors presque double de la force d'un couple zinc-platine; c'est-à-dire que deux couples zinc-charbon l'emportent sur 3 couples zinc-platine, plongés pareillement dans l'acide sulfurique étendu.

» Mais cette force ne dure guère avec sa grandeur initiale : il suffit de maintenir le circuit fermé pendant quelques minutes, par un fil de cuivre d'un diamètre voisin de $\frac{3}{4}$ de millimètre et d'une longueur de $0^{m},20$, pour voir la force électromotrice d'un zinc-charbon devenir égale à celle d'un Daniell (0,995 : 1); à ce moment, 2 zinc-charbon sont surpassés par 3 zinc-platine. Après quelques heures de fermeture du circuit, un zinc-charbon tombe au-dessous de 1 Daniell, le rapport étant exprimé par 0,83 : la force électromotrice devient ainsi voisine de celle d'un zinc-platine. Enfin, au bout de trente-six heures de circuit fermé, 1 Daniell peut même surpasser 2 zinc-charbon, au moins dans les premiers moments qui suivent l'ouverture du circuit et la mise en rapport des deux pôles avec l'électromètre.

([1]) Électromètre Thomson modifié.

([2]) Zinc amalgamé.

» Si je fais cette réserve, c'est parce que la force électromotrice, tombée au plus bas pendant que le circuit est fermé, tend à augmenter peu à peu dès qu'on le rouvre : l'électromètre traduit très nettement ces variations. Ainsi, après quelques minutes de fermeture du circuit, la force électromotrice d'un couple zinc-charbon, comparée après l'ouverture à celle d'un Daniell dans l'électromètre, a été trouvée égale à 0,67 ; en peu d'instants, elle est montée à 0,74 ; puis à 0,83 ; enfin à 0,98, valeur à peu près stationnaire. De même, après plusieurs heures de fermeture du circuit, j'ai trouvé : 0,52 ; puis 0,63 ; puis 0,76, valeur à peu près stationnaire et qui répond à celle d'un zinc-platine.

» Il suffit de démonter la pile, d'en faire macérer le charbon et les vases poreux dans l'eau pure, renouvelée à plusieurs reprises pendant quelques heures, pour qu'elle reprenne sa force électromotrice initiale : cela quatre et cinq fois de suite, et, sans doute, indéfiniment.

» Il résulte de là qu'il s'agit des effets de polarisation, bien connus de tous les physiciens. Ces effets sont attribuables, comme on sait, aux composés plus ou moins complexes qui se forment sur les électrodes, et dont la présence donne lieu à des forces électromotrices de signe contraire à celle qui résulte de l'action principale. Ces composés sont d'ailleurs de deux ordres : les uns stables et susceptibles d'être écartés par les lavages, lesquels restituent à la pile toute sa force électromotrice initiale ; les autres peu stables, dissociables (gaz condensés sous forme de combinaisons analogues aux hydrures de platine que j'ai décrits récemment), susceptibles d'être détruits par la diffusion jointe à l'action oxydante de l'air, comme le montre la variation de la force électromotrice sitôt après l'ouverture du circuit.

» Quoi qu'il en soit, les faits que je viens de préciser prouvent que la pile zinc-charbon est impropre à toute opération qui exige une force électromotrice constante.

» Montrons maintenant la variation corrélative des effets chimiques.

» Au début, la théorie indique que la force électromotrice du couple zinc-charbon, telle qu'elle a été mesurée en fait, doit être susceptible de produire toute réaction électrolytique qui consomme une énergie inférieure à $24,5 \times 1,3 = 32^{\text{Cal}}$ environ, par équivalent du corps décomposé. Or j'ai vérifié qu'un couple zinc-charbon ne décompose pas l'eau acidulée ($34^{\text{Cal}},5$) ; mais qu'il suffit d'y ajouter un couple zinc-cadmium (8^{Cal} ; ce qui fait 40^{Cal}) pour produire la décomposition.

» Deux couples zinc-charbon équivalent au début à 64^{Cal} ; ils doivent donc décomposer alors, et ils décomposent en effet le sulfate de potasse,

composé dont l'électrolyse absorbe environ $51^{Cal},5$ d'après mes observations.

» On voit par là l'erreur commise par M. Tommasi, lorsqu'il croit avoir produit cette décomposition par la seule force résultant de la formation du sulfate de zinc, au moyen du zinc et de l'acide sulfurique étendu, dans deux couples consécutifs. En réalité, une telle force est incapable de produire aucune décomposition électrolytique qui consomme plus de $19 \times 2 = 38^{Cal}$ par équivalent [c'est-à-dire le double, ou 76^{Cal} (¹), si l'on préfère tout rapporter au poids atomique du sulfate de potasse]. Si donc 2 couples zinc-charbon décomposent le sulfate de potasse, tandis que 2 couples zinc-platine en sont incapables, c'est que les réactions chimiques qui développent les forces électromotrices ne sont pas les mêmes dans le premier système que dans le second.

» Poursuivons cette démonstration.

» A mesure que la force électromotrice du couple zinc-charbon baisse, sa puissance chimique diminue. Après quelques heures, lorsque les mesures montrent que la force des 2 couples zinc-charbon est tombée au-dessous de celle de 2 Daniells (49), ils ont cessé de décomposer le sulfate de potasse (51,5). Quand elle est réduite à celle de 2 zinc-platine (36 à 38), ils décomposent encore l'eau acidulée (34,5); mais il faut y joindre 2 zinc-cadmium ($38 + 16 = 54$) pour décomposer le sulfate de potasse, l'addition d'un seul zinc-cadmium étant insuffisante.

» Si j'ai cru devoir insister sur ces faits, sur ces mesures directes des forces électromotrices et sur leur corrélation continue avec l'énergie mise en jeu dans les réactions chimiques, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur de la pile, c'est afin de ne laisser planer aucun doute ni subsister aucune confusion sur les lois fondamentales de l'électrochimie. »

M. **Berthelot** met sous les yeux de l'Académie des échantillons du calcaire traversé par le tunnel sous-marin de Douvres à Calais, échantillons qui portent la trace de l'action régulière de la machine perforatrice. Il insiste

---

(¹) *Comptes rendus*, t. XCIV, p. 1522.

« Il faut, d'après M. Berthelot, au moins 103^{Cal} pour électrolyser une solution de sulfate de potasse, tandis que j'obtiens cette même décomposition avec 76^{Cal} et moins encore. »

76 et 103 sont rapportés ici au poids atomique du sulfate de potasse, ce qui double les chiffres 38 et 51,5 donnés pour les équivalents, mais sans en changer les rapports.

sur l'aération parfaite de la galerie d'essai, qu'il a eu occasion de visiter en Angleterre, aération attribuable à cette triple circonstance : emploi de l'air comprimé comme agent moteur de la machine perforatrice, suppression des coups de mine, enfin substitution de la lumière électrique (par incandescence) aux lampes à huile pour l'éclairage de la galerie. Il est fort désirable qu'une œuvre aussi grandiose, et qui témoigne à un tel degré de la puissance de la civilisation moderne, puisse être poursuivie.

PHYSIOLOGIE. — *Analyse du mécanisme de la locomotion au moyen d'une série d'images photographiques recueillies sur une même plaque et représentant les phases successives du mouvement.* Note de M. **Marey**.

« L'admirable méthode inaugurée par M. Muybridge, et qui consiste à employer la photographie instantanée pour l'analyse des mouvements de l'homme ou des animaux, laissait encore au physiologiste une tâche difficile : il fallait comparer les unes aux autres des images successives dont chacune représente une attitude différente, et classer ces images en série d'après la position dans le temps et dans l'espace qui correspond à chacune d'elles.

» Admettons que rien n'ait été négligé dans l'expérience : que, d'une part, des points de repère que la photographie devra reproduire aient été disposés sur le chemin parcouru par l'animal, de manière à permettre d'estimer à tout instant la position qu'il occupe dans l'espace et que, d'autre part, l'instant auquel chaque image a été prise soit déterminé, comme il arrive pour des photographies faites à des intervalles égaux. Toutes ces précautions prises, il faut encore, pour tirer des figures le sens qu'elles renferment, les superposer, par la pensée ou effectivement, les unes aux autres, de manière à couvrir une bande de papier correspondant au chemin parcouru, par une série d'images imbriquées dont chacune exprime la position que le corps et les membres occupaient dans l'espace à chacun des instants considérés.

» De telles représentations donnent naissance à des figures semblables à celles dont les frères Weber ont introduit l'usage pour expliquer théoriquement la marche de l'homme. On voit dans leurs ouvrages une série de silhouettes d'hommes, teintées de hachures d'intensités décroissantes et imbriquées de manière à représenter les déplacements successifs des jambes, des bras, du tronc et de la tête aux différentes phases d'un pas.

» Ce mode de représentation est le plus saisissant qu'on ait encore trouvé

jusqu'ici; il a été adopté dans la plupart des traités classiques. Or il m'a paru, et l'expérience vient de confirmer cette prévision, qu'on pouvait demander à la Photographie des figures de ce genre, c'est-à-dire réunir sur une même plaque une série d'images successives représentant les différentes positions qu'un être vivant, cheminant à une allure quelconque, a occupées dans l'espace à une série d'instants connus.

» Supposons, en effet, qu'un appareil photographique soit braqué sur le chemin que parcourt un marcheur et que nous prenions une première image en un temps très court. Si la plaque conservait sa sensibilité, nous pourrions, au bout d'un instant, prendre une autre image qui montrerait le marcheur dans une autre attitude et dans un autre lieu de l'espace; cette deuxième image, comparée à la première, indiquerait exactement tous les déplacements qui s'étaient effectués à ce second instant. En multipliant ainsi les images à des intervalles très courts, on obtiendrait, avec une authenticité parfaite, la succession des phases de la locomotion.

» Or, pour conserver à la glace photographique la sensibilité nécessaire pour des impressions successives, il faut qu'au devant de l'appareil règne une obscurité absolue et que l'homme ou l'animal qui passe se détache en blanc sur un fond noir.

» Mais les corps les plus noirs, quand ils sont fortement éclairés, réfléchissent encore beaucoup de rayons actiniques; j'ai recouru, pour avoir un champ d'un noir absolu, au moyen indiqué par M. Chevreul; mon écran est une cavité dont les parois sont noires. Un homme, entièrement vêtu de blanc et vivement éclairé par le Soleil, marche, court ou saute pendant que l'appareil photographique, muni d'un obturateur à rotation plus ou moins rapide, prend son image à des intervalles plus ou moins rapprochés.

» Cette même méthode peut s'appliquer à l'étude des différents types de locomotion : un cheval blanc, un oiseau blanc donneront de la même façon la série de leurs attitudes.

» La fenêtre dont est percé le disque de mon obturateur tournant peut être à volonté élargie ou resserrée, de manière à régler la durée de la pose suivant l'intensité de la lumière ou suivant la vitesse de rotation du disque. Avec une fenêtre resserrée et une rotation lente, on a des images très espacées les unes des autres. Une rotation rapide donne des images plus rapprochées, mais dont le temps de pose pourrait être insuffisant si la fenêtre n'était pas élargie.

» Enfin, un obturateur à volet, placé en avant de l'autre, sert à régler le commencement et la fin de l'expérience.

» Les épreuves et les clichés que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie ont été obtenus à la Station physiologique du parc des Princes, où je travaille avec l'aide de M. G. Demeny.

» Tous les éléments nécessaires pour la connaissance des mouvements de la locomotion animale se trouvent dans ces photographies, dont je réserve l'analyse pour en faire l'objet d'une Communication spéciale. »

ASTRONOMIE. — *Sur la seconde comète de l'année* 1784. Note de M. **Hugo Gyldén**. [Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite (1).]

« Il n'y a que deux observations de notre comète que nous regardions comme authentiques; en conséquence, nous ne pouvons déterminer que les deux éléments de l'orbite autour de la Terre : longitude de nœud et inclinaison, et de plus le rapport $\frac{dv_0}{d\tau}$ et la constante v_0 correspondent au temps τ_0. Pour avoir l'orbite complète, il nous faut donc établir des hypothèses sur la valeur de $\frac{dr_0}{d\tau}$ et de r_0, toutes les deux appartenant au même moment auquel se rapportent les valeurs de $\frac{dv_0}{d\tau}$ et v_0. Des différentes hypothèses que je viens examiner je ne donnerai ici que les résultats d'une seule. En désignant par Θ et par J les deux éléments qui déterminent la position du plan de l'orbite intermédiaire dans l'espace, nous avons, parmi plusieurs autres systèmes, les éléments suivants de l'orbite qu'a décrite la comète pendant quelque temps près des jours d'observation :

	Temps moyen de Paris.
Temps de périgée	$\tau_0 = 1784$ avril $12,6212 \pm 6^j,1203$
Longitude de périgée	$\Gamma = 328°39' \mp 15°29'$

$$\log\frac{r_2+r_1}{2} = \log u = 0,61365,$$
$$\log\frac{r_2-r_1}{r_2+r_1} = \log e = 9,21015,$$
$$\log k = 9,75763,$$

(1) *Comptes rendus*, t. XCXIV, p. 1086.

$$\log e^{-\frac{\pi}{K}\omega} = 0,42599,$$
$$\log e^{\frac{\pi}{K}\sigma} = 0,44688,$$
$$\varsigma = +0,'08825,$$
$$N = -0^\circ, 5037,$$
$$\Theta = 90^\circ 0' - 0,12(v_0 - 328^\circ 39'),$$
$$J = 42^\circ 45',$$
$$\log(\mu_2) = 8,94810.$$

Mouvement rétrograde.

» On a donné les valeurs ambiguës de τ_0 et de Γ, parce que la valeur hypothétique de $\frac{dr_0}{d\tau}$ peut être positive ou bien négative.

» Dans de telles orbites on a calculé les positions de la comète, en y tenant compte des valeurs approchées des perturbations. En partant de ces positions, on a fait de nouvelles tentatives pour conjecturer l'orbite décrite par la comète autour du Soleil. Voici un des résultats obtenus sur la voie indiquée :

Comète d'Angos.

$$\theta = 70^\circ,$$
$$i = 2,$$
$$\pi = 150,$$
$$\log q = 9,980,$$
$$e = 9,800.$$

Mouvement direct.

» L'accord avec les orbites des trois autres comètes dont nous avons parlé ci-dessus est donc à peu près tel qu'on l'a trouvé auparavant. Il est donc *possible* que, si les deux observations communiquées à Messier ont été réellement faites, elles se rapportent à une comète appartenant au même groupe que la première comète de l'an 1743, la quatrième de l'an 1819 et enfin la comète périodique découverte l'année passée par M. Denning. »

CHIMIE. — *Sur la décomposition du protochlorure de gallium par l'eau.* Note de M. Lecoq de Boisbaudran.

« Dans une Communication antérieure ([1]), j'ai signalé le dégagement gazeux qui accompagne la dissolution du protochlorure anhydre de gallium par l'eau pure ou acidulée. Ce dégagement, peu abondant quand la liqueur reste très concentrée, devient tumultueux dès qu'on l'étend notablement.

» Un effet absolument analogue se produit lorsque du gallium métallique est dissous à froid dans une petite quantité d'acide chlorhydrique concentré. Il s'échappe un courant régulier de bulles pendant toute la durée de l'attaque et l'on obtient un liquide limpide qui, laissé à lui-même, n'abandonne de gaz visible que très lentement, mais en dégage des torrents aussitôt qu'on l'étend d'eau. Chaque nouvelle dilution provoque un dégagement gazeux, dont l'intensité va toutefois en décroissant jusque vers une limite paraissant atteindre au moins 10^{cc} pour $0^{gr},1$ de gallium employé. Si le métal n'était pas aussi rare, on aurait là le sujet d'une assez jolie expérience de cours, montrant le fait curieux d'un protochlorure métallique suffisamment stable au sein d'une liqueur aqueuse pour y prendre naissance, et passant à l'état de perchlorure, en déplaçant l'hydrogène, avec d'autant plus de rapidité que la proportion d'eau devient plus considérable. »

MÉMOIRES LUS.

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur le mécanisme de l'arrêt des hémorrhagies.* Note de M. G. Hayem.

« Dans les cas de blessures non mortelles d'un vaisseau, l'hémorrhagie, rapide au début, se ralentit progressivement, puis s'arrête. Pour expliquer ce résultat favorable, on a invoqué la contraction de la paroi vasculaire. Elle est réelle et même énergique pour les artères de moyen et de petit calibres, presque nulle pour les veines. Mais cette contraction ne peut, à elle seule, obturer la plaie. Il a paru simple et naturel de faire alors intervenir la coagulation du sang. Cependant un moment de réflexion montre

([1]) *Comptes rendus,* août 1881, p. 295.

qu'il y a dans cet arrêt du sang, par formation apparente d'un caillot, quelque chose de particulier dont il faut chercher le mécanisme. En effet, pendant l'hémorrhagie, le sang qui passe entre les lèvres de la plaie vasculaire est toujours nouveau; que l'on recueille ce sang dans un vase, il ne se transformera en une masse gélatineuse qu'au bout de plusieurs minutes. Pourquoi donc se forme-t-il entre les bords de la plaie béante un bouchon solide qui est bientôt assez résistant pour s'opposer à l'issue de toute trace de sang?

» Tel est le point sur lequel je pense pouvoir apporter quelques nouveaux éclaircissements.

» Après avoir mis à nu la jugulaire externe d'un animal, d'un chien par exemple, on fait au vaisseau une petite plaie et l'on attend que l'hémorrhagie s'arrête spontanément; puis immédiatement on place une ligature sur le bout périphérique du vaisseau. On peut alors assez facilement faire sortir de la petite plaie un caillot en forme de clou dont la pointe pénètre jusque dans la lumière vasculaire, tandis que la tête s'étale sur la paroi externe de la veine. En plongeant sans retard ce coagulum dans un liquide qui fixe les éléments du sang, on peut ensuite en examiner, à l'aide du microscope, les différentes parties. La pointe et la portion centrale sont grisâtres, visqueuses et composées d'une matière en partie granuleuse, en partie amorphe. Les granulations sont constituées par des amas énormes d'hématoblastes déjà altérés, mais encore très distincts les uns des autres, tandis que la matière amorphe résulte de la confluence en une masse commune et cohérente des hématoblastes les plus altérés. La tête du clou, qui est rouge à l'extérieur, contient au centre un prolongement de la matière visqueuse hématoblastique et à la périphérie des mèches fibrillaires retenant une grande quantité de globules rouges. Dans toute la portion centrale, et à proprement parler obturante, on n'aperçoit que de très rares globules blancs.

» Il est donc évident que la fibrine s'est surajoutée à un bouchon condensé, formé presque uniquement d'hématoblastes.

» On peut suivre au microscope la formation de ce bouchon en se servant du mésentère de la grenouille.

» Après avoir amené dans le champ du microscope une veinule d'un moyen calibre et à paroi bien transparente, on pratique une section incomplète de ce vaisseau à l'aide de la pointe d'un fin scalpel. Il se produit immédiatement une hémorrhagie abondante, et, pendant quelques secondes, on n'aperçoit au niveau de la plaie qu'un tourbillon rouge. Bientôt le flot

sanguin se rétrécit et s'écoule plus lentement; il est enserré par une couronne d'éléments fortement accolés les uns aux autres et qui adhèrent à l'ouverture du vaisseau. Quelques instants après, l'orifice de la plaie est surmonté d'une sorte de champignon blanchâtre à travers les éléments duquel les globules rouges s'insinuent péniblement. Loin d'être formé, comme l'ont dit plusieurs observateurs, par des globules blancs, ce champignon est composé par des hématoblastes qui ont été retenus au passage au fur et à mesure de l'écoulement du sang. Au moment où l'hémorrhagie cesse, ces éléments sont déjà notablement altérés et, en continuant l'observation, ils subissent sous vos yeux toutes les modifications caractéristiques décrites dans mes travaux antérieurs.

» Le bouchon obturateur hématoblastique ne retient qu'un nombre insignifiant de globules blancs. Ceux-ci sont sphériques, lisses à leur surface, nullement adhésifs; car, en prolongeant l'observation pendant quelques minutes, on les voit, grâce à leur contractilité amœboïde, s'écarter de l'amas des hématoblastes, comme ils le font dans le sang recueilli entre deux lames de verre. Ils ne paraissent donc participer en rien à l'arrêt du sang et ils possèdent encore leurs propriétés physiologiques et leurs caractères anatomiques normaux, alors que les hématoblastes du bouchon hémostatique sont déjà profondément modifiés.

» Dans ce processus, les bords de la plaie me paraissent agir à la façon d'un corps étranger. Il est aisé d'ailleurs de déterminer directement comment les hématoblastes se comportent à l'égard d'un corps étranger introduit dans le circuit sanguin. A l'aide d'une aiguille un peu courbe et fine, portant un fil d'argent ou de platine, on perfore la veine jugulaire externe d'un animal, d'un chien par exemple, de manière à faire pénétrer dans l'intérieur du vaisseau environ un centimètre du fil. Quand l'opération est bien faite, c'est à peine s'il suinte une goutte de sang aux orifices d'entrée et de sortie.

» Au bout de deux à trois minutes (laps de temps suffisant chez le chien, dont les hématoblastes sont très vulnérables), on vide le segment veineux traversé par le fil à l'aide de deux ligatures, la première placée sur le bout périphérique, la seconde sur le bout central; on détache immédiatement le tronçon de veine portant le fil, on l'ouvre après l'avoir plongé dans un liquide fixant les éléments du sang. Déjà le fil est entouré d'une couche grisâtre, à peine rosée çà et là, composée d'innombrables hématoblastes, d'autant plus faciles à reconnaître que le fil est resté moins longtemps en contact avec le sang circulant. Lorsqu'on laisse le fil plus longtemps dans

le vaisseau et que le manchon qui l'entoure est devenu plus volumineux, la constitution de ce manchon est alors tout à fait analogue à celle du clou hémostatique qui vient d'être décrit.

» Les hématoblastes, ainsi que mes premières recherches pouvaient le faire prévoir, jouent donc un rôle actif et considérable dans le mécanisme de l'arrêt du sang. Ces éléments sont à ce point altérables qu'en arrivant au contact des bords de la plaie ils deviennent adhésifs, comme lorsqu'ils rencontrent un corps étranger. En s'accumulant au pourtour de l'orifice béant du vaisseau, ils y forment un obstacle d'abord insuffisant; puis les premiers hématoblastes arrêtés, retenant à leur tour ceux que l'issue du sang vient mettre incessamment en contact avec eux, l'orifice de la plaie se rétrécit de plus en plus, jusqu'à ce qu'un bouchon, solide et bien fixé, l'obture enfin.

» Les autres éléments du sang et la formation de la fibrine ne participent à ce processus que d'une manière accessoire et secondaire.

» Le sang porte donc dans son sein un agent hémostatique puissant, et, pour bien faire comprendre ma pensée, je dirai que, s'il était possible de supprimer dans le sang normal tous les hématoblastes, la blessure d'un vaisseau déterminerait une hémorrhagie qui n'aurait plus aucune tendance à s'arrêter spontanément. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MM. Pellicot et Jaubert communiquent à l'Académie une Note relative à la destruction du Phylloxera par le sulfate de fer. (Extrait.)

« Ayant employé l'hiver dernier, pour détruire les germes d'anthracnose existant sur nos vignes, un mélange d'eau et de sulfate de fer dans la proportion connue de 2^{lit} d'eau pour 1^{kg} de sulfate de fer, nous avons remarqué que, dans les vignobles ainsi traités, l'invasion phylloxérique paraissait subir un temps d'arrêt.

» Nous nous sommes demandé si l'action corrosive du sulfate de fer n'avait pas pour effet de détruire l'œuf d'hiver et d'arrêter ainsi la multiplication du Phylloxera. »

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. **Betti** adresse une Note relative aux avantages de son insecticide contre le Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. **Thollon** se met à la disposition de l'Académie pour étudier, à l'aide du spectroscope, la prochaine éclipse de Soleil.

(Renvoi à la Commission nommée pour préparer un programme d'observations.)

M. **A. Guénard** adresse une Note intitulée : « Moyen d'éclairer la marche d'un train de chemin de fer ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. **Lallemand**, élu Correspondant de la Section de Physique, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie que la statue de Fermat, élevée à Beaumont (Tarn-et-Garonne), aux frais de M. *Despeyrous*, professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse, sera inaugurée le 20 août prochain. La cérémonie sera présidée par M. le Ministre de l'Instruction publique. L'Académie voudra sans doute désigner un ou plusieurs de ses Membres pour la représenter.

M. le **Président** prie M. C. Jordan de vouloir bien accepter cette mission.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une nouvelle série dans les fonctions elliptiques.* Note de M. **Faa de Bruno**, présentée par M. Hermite.

« En adoptant les notations ordinaires, on trouve

$$\sqrt{\frac{K}{8\pi}}\left(1+\sqrt{k'}+\sqrt[4]{1+k'}\sqrt[8]{64k'}\right)$$
$$=1+2(q^{16}+q^{64}+q^{144}+\ldots+q^{(4p)^2}+\ldots).$$

En rappelant que la valeur maximum de q est environ de $\frac{1}{23}$, on voit de suite de quelle convergence extraordinaire jouit cette série. Le terme seulement en q^{16} est $< \frac{1}{10^{22}}$.

» Il s'ensuit que, s'il s'agissait de construire des tables elliptiques avec vingt décimales exactes, la formule

$$\sqrt{\frac{K}{8\pi}} = \frac{1}{1 + \sqrt{k'} + \sqrt[4]{1+k'}\,\sqrt[8]{64k'}},$$

qu'on peut écrire sous cette autre forme

$$\frac{1}{\sqrt{\frac{2K}{\pi}}} = \frac{1 + \sqrt{k'} + \sqrt[4]{1+k'}\,\sqrt[8]{64k'}}{4},$$

suffirait à elle seule pour donner d'un seul coup le nombre cherché sans passer par les difficultés de calculs longs et compliqués, comme on a fait jusqu'ici. Cet exemple seul vaudra pour tous. Supposons $k = \sqrt{\frac{3}{4}}$, d'où $k' = \frac{1}{2}$. On trouvera, en s'aidant des tables auxiliaires de Callet, pour les logarithmes à vingt décimales,

$$\log K = \log \int_0^1 \frac{dx}{\sqrt{(1-x^2)\left(1-\frac{3}{4}x^2\right)}} = 0,33375\,26136\,98325\,44512.$$

Les tables à douze décimales de Legendre (p. 233, t. II) donnent

$$\log K = 0,333\,752\,613\,698. \text{ »}$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les transcendantes entières.* Note de M. H. Poincaré, présentée par M. Hermite.

« On sait que la découverte des facteurs primaires a jeté une lumière toute nouvelle sur la théorie des transcendantes entières, et a permis de les classer en un certain nombre de genres. D'après cette classification, une fonction du genre zéro est celle dont tous les facteurs primaires sont de la forme $1 - \frac{x}{a}$, et une fonction de genre n est celle dont tous les facteurs pri-

maires sont de la forme $e^{P(x)}\left(1-\frac{x}{a}\right)$, $P(x)$ étant un polynôme de degré n.

» A l'égard de ces transcendantes entières, de genre n, je suis arrivé aux résultats suivants :

» I. Soit d'abord une fonction $F(x)$ de genre zéro.

» 1° Supposons que x croisse indéfiniment en conservant un argument déterminé, et que α soit un nombre tel que

$$\lim e^{\alpha x} = 0;$$

on aura également

$$\lim e^{\alpha x} F(x) = 0,$$

quelque petit que soit le module du nombre α.

» 2° Considérons l'intégrale définie

$$\int_0^\infty F(z)^{zx}\, dz,$$

l'intégrale étant prise le long d'une droite d'argument tel que la limite de e^{zx} pour $z=\infty$ soit nulle. Cette intégrale définira une fonction $\Phi\left(\frac{1}{x}\right)$ qui est holomorphe en x, sauf pour $x=0$, c'est-à-dire une fonction *entière* de $\frac{1}{x}$.

» 3° La fonction $F(x)$ peut se mettre sous la forme

$$\int \frac{\Phi(z)}{z} e^{\frac{x}{z}}\, dz,$$

l'algorithme $\Phi(z)$ désignant une fonction entière, et l'intégrale étant prise le long d'un contour enveloppant l'origine.

» 4° Si l'on se reporte maintenant au savant Mémoire de M. Halphen, intitulé « Sur une série d'Abel » et inséré dans un des derniers *Bulletins de la Société mathématique de France*, on reconnaîtra que $F(x)$ peut être représentée par la série d'Abel dont il est question dans ce Mémoire, et cela quelle que soit la constante β.

» II. Malheureusement ces propriétés ne sont pas caractéristiques des fonctions du genre zéro; elles appartiennent en outre à quelques fonctions de genre 1, parmi lesquelles je citerai la suivante :

$$\prod_{n=1}^{n=\infty}\left(1-\frac{x^2}{n^2\log^2 n}\right).$$

Si plus généralement on envisage le produit infini

$$\Psi(x) = \prod\left(1 - \frac{x^2}{a_n^2}\right),$$

où la suite des nombres a_n est telle que la série $\sum \frac{1}{a_n}$ ne soit pas convergente, mais que cependant la limite de $\frac{a_n}{n}$ pour n infini soit infinie, la fonction $\Psi(x)$ sera de genre 1 et cependant jouira des propriétés énoncées plus haut.

» III. Considérons maintenant une fonction $F(x)$ de genre n.

» 1° Supposons que x croisse indéfiniment en conservant un argument déterminé, et que α soit un nombre tel que

$$\lim e^{\alpha x^{n+1}} = 0;$$

on aura également

$$\lim e^{\alpha x^{n+1}} F(x) = 0,$$

quelque petit que soit le module de α.

» 2° L'intégrale définie

$$\int_0^\infty e^{(xz)^{n+1}} F(z)\, dz,$$

prise le long d'une droite d'argument tel que la limite de $e^{(xz)^{n+1}}$ pour $z = \infty$ soit nulle, représente une fonction entière de $\frac{1}{x}$.

» 3° Si l'on pose

$$F(x) = \Sigma A_p x^p,$$

et si a est le plus grand entier contenu dans $\frac{p}{n+1}$, on aura

$$\lim A_p a! = 0, \quad \text{pour } p = \infty.$$

» 4° On aura de même

$$\lim A_p \sqrt[n+1]{(p!)} = 0, \quad \text{pour } p = \infty,$$

et même la série

$$\Sigma A_p \sqrt[n+1]{(p!)}\, x^p$$

représentera une fonction entière.

» 5° La fonction $F(x)$ peut se mettre sous la forme

$$\int \frac{\Phi(z)}{z} e^{\left(\frac{x}{z}\right)^{n+1}} \frac{\left(\frac{x}{z}\right)^{n+} - 1}{\frac{x}{z} - 1}\, dz,$$

$\Phi(z)$ désignant une fonction entière et l'intégrale étant prise le long d'un contour enveloppant l'origine. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Recherches sur l'emploi des manomètres à écrasement pour la mesure des pressions développées par les substances explosives.* Note de MM. SARRAU et VIEILLE, présentée par M. Berthelot.

« 1. La mesure du maximum des pressions produites par les explosifs dans les canons et dans les éprouvettes closes est d'une haute importance pour l'étude théorique et pratique des effets de la poudre et des substances explosives : elle présente des difficultés spéciales tenant à la grandeur des pressions et à la rapidité avec laquelle ces pressions se modifient.

» Les manomètres ordinairement employés pour évaluer les pressions statiques ne s'appliquent pas à cette mesure et ils ne peuvent donner sur les pressions maxima aucun renseignement, même approché.

» 2. On a employé, depuis quelques années, pour mesurer ces pressions, des procédés fondés sur les déformations permanentes qu'éprouvent les métaux sous l'action de forces énergiques.

» Le manomètre le plus répandu, fondé sur ce principe, est l'appareil dit *crusher*, imaginé par le capitaine Noble, de l'artillerie anglaise. Avec ce manomètre, on mesure l'écrasement d'un petit cylindre de cuivre rouge placé entre une enclume fixe et la tête d'un piston dont la base, de section connue, reçoit l'action des gaz.

» Cet appareil est actuellement réglementaire en France pour les épreuves de réception de poudre; il est d'un usage très commode, et ses indications sont en général fort régulières (¹). Mais la nature des évaluations numériques que ces indications sont susceptibles de donner n'a pas

---

(¹) La régularité de la déformation est remarquable pour les cylindres préparés par les soins de l'Artillerie de la Marine. Ces cylindres ont, avant l'écrasement, $0^m,008$ de diamètre et $0^m,013$ de hauteur; après écrasement, ils prennent la forme d'un petit baril dont les bases restent rigoureusement circulaires, bien que leurs surfaces deviennent doubles et triples des surfaces primitives. Le solide déformé reste poli, sans gerçures ni granulations. Ces résultats ne s'obtiennent que par des soins extrêmes donnés à la fabrication et par l'emploi de cuivre d'une pureté exceptionnelle.

Le piston écraseur est la pièce la plus importante de l'appareil; il doit être rodé dans son logement avec la plus grande précision. La moindre fuite, sous les pressions énormes des expériences, suffit pour déterminer des érosions profondes dans les pièces d'acier entre lesquelles la fuite se produit, et pour mettre, en une seule fois, l'appareil hors de service.

été, jusqu'a présent, suffisamment définie, et l'emploi qui en a été fait pour la mesure des pressions n'est pas suffisamment justifié. En conséquence, nous avons pensé qu'il était utile de faire du fonctionnement de cet appareil l'objet d'une étude approfondie.

» 3. La mesure des pressions par le manomètre à écrasement suppose le tarage préalable de l'appareil.

» A cet effet, on produit l'écrasement des cylindres par des forces d'intensité connue appliquées suivant un mode déterminé. On a proposé un grand nombre de modes de tarages; dans tous ces procédés, la charge du cylindre atteint, suivant diverses lois, une valeur finale dite *force de tarage,* et l'on mesure l'écrasement correspondant. Deux séries de ces valeurs corrélatives constituent une table de tarage.

» 4. Sans entrer dans la description des divers procédés dont nous avons dû faire l'étude, nous dirons que nous nous sommes arrêtés au mode de tarage qui consiste à écraser le cylindre, lentement et progressivement, par quantités très petites, jusqu'à ce qu'il supporte sans déformation permanente une charge déterminée [1]. L'opération ainsi conduite donne la résistance du cylindre correspondant à chaque valeur de l'écrasement.

» L'examen des résultats obtenus par ce procédé montre que, lorsque la force de tarage varie de $1\,000^{kg}$ à $3\,500^{kg}$, sa valeur peut être exprimée par une fonction linéaire de l'écrasement, de sorte que, si l'on désigne par

T la force de tarage ou résistance du cylindre,
ε l'écrasement, défini par la diminution de hauteur du cylindre,
K_0, K deux constantes,

on a sensiblement

$$T = K_0 + K\varepsilon.$$

» Par la méthode des moindres carrés, on trouve

$$K_0 = 541, \quad K = 535,$$

les unités étant le millimètre et le kilogramme.

---

[1] Ces pressions sont produites au moyen d'une balance romaine à fléau équilibré, construite par M. Jœssel, ingénieur de la marine, en vue d'essais concernant la résistance des métaux.

» Le Tableau suivant résume les excès des valeurs mesurées des écrasements sur les valeurs calculées par la relation linéaire :

Force de tarage.	Écrasements mesurés.	Écrasements calculés.	Différences.	Force de tarage.	Écrasements mesurés.	Écrasements calculés.	Différences.
	mm	mm	mm		mm	mm	mm
1000....	0,90	0,86	+ 0,04	2500...	3,73	3,66	+ 0,07
1500....	1,74	1,79	− 0,05	3000...	4,62	4,59	+ 0,03
2000....	2,67	2,73	− 0,06	3500...	5,49	5,53	− 0,04

» 5. La table de tarage établie, il reste à préciser la règle suivant laquelle ses indications peuvent être utilisées pour l'appréciation des pressions développées par les explosifs, d'après les écrasements que ces pressions produisent dans des conditions autres que celles du tarage.

» On peut prévoir immédiatement deux cas limites pour lesquels la valeur de la pression maximum développée par l'explosif est en relation simple avec les indications de la table de tarage.

» Le premier cas est celui dans lequel le développement de la pression est assez lent, et la masse du piston écraseur est assez faible pour que les forces d'inertie puissent être négligées. Il y a, dans ce cas, sensiblement équilibre entre la pression développée par l'explosif et la résistance du cylindre, et la pression maximum est égale à la force de tarage correspondant à l'écrasement observé.

» Le second cas est celui où le piston du crusher effectue son mouvement sous pression constante sans vitesse initiale ; l'équation du travail fournit alors immédiatement, d'après la loi de la résistance, la valeur de la pression en fonction de l'écrasement, et la valeur de la force est égale à la force de tarage correspondant *à la moitié* de l'écrasement.

» Ce dernier cas peut se réaliser lorsque la combustion d'un explosif en vase clos est assez rapide, et lorsque le piston est assez lourd pour que son déplacement puisse être regardé comme négligeable pendant le développement de la pression maximum.

» 6. Pour déterminer les cas de la pratique dans lesquels l'appareil peut être considéré comme fonctionnant à l'une ou l'autre des deux limites, et pour établir un mode de calcul de la pression maximum applicable aux cas intermédiaires, il est nécessaire d'étudier théoriquement le mouvement du piston écrasant le cylindre sous l'action d'une force fonction quelconque du temps, et de comparer les résultats de la théorie aux données que

fournit l'enregistrement de la loi du mouvement du piston crusher sous l'action des principaux explosifs.

» Cette étude fera l'objet d'une prochaine Communication. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur la théorie des figures équipotentielles obtenues par la méthode électrochimique.* Note de M. **Ad. Guébhard.** (Extrait.)

« La théorie mathématique des anneaux de Nobili a toujours été basée sur une application pure et simple de la loi de Faraday, à un régime électrique *permanent*, qui s'établirait d'une électrode à l'autre à travers le liquide et la plaque, celle-ci ne cessant jamais de faire partie du circuit. D'après cela, l'épaisseur des dépôts, dont la résistance additionnelle n'était jamais mise en ligne de compte, devrait croître indéfiniment avec le temps, et rien n'est plus contradictoire à l'impression frappante que produit, après la naissance subite et la rapide extension des anneaux, leur arrêt de développement toujours très net et parfois leur régression sur place. En vain prolongerait-on l'expérience pendant des heures et des journées; aucune amélioration ne saurait être apportée au résultat des premières minutes, et le doute n'est pas possible pour l'observateur : ces anneaux, dont la forme définitive sera la figuration précise d'une distribution statique ou permanente, doivent leur naissance à une période très courte d'état *variable*, et à une sorte de réaction de la feuille mince de métal qui, après avoir offert au courant le chemin d'abord le plus facile, tend presque aussitôt à le rejeter hors d'elle ou tout au moins à n'en garder qu'une part égale à celle des couches liquides contiguës.

» Quel que soit le mécanisme intime de ce phénomène de polarisation métallique, son importance expérimentale ne peut être méconnue et va jusqu'à détruire par un courant superficiel inverse l'effort de pénétration du courant de pile. A ce moment seulement commence le régime permanent dans la masse du cylindre fluide à base métallique, devenue homogène au point de vue des conductibilités : chaque tranche horizontale obéit séparément à l'équation à deux termes de Lamé; et, pour qu'aucun échange vertical n'ait lieu entre la dernière tranche liquide et la plaque, il faut évidemment que le revêtement de polarisation sur celle-ci soit partout proportionnel aux valeurs positives ou négatives de φ que donne l'équation $\Delta_2 \varphi = 0$. Ainsi se trouve justifié, dans les conditions expérimentales que j'ai précisées antérieurement (limitation rigoureuse de la plaque aux

parois de l'auge, et grande hauteur verticale du bain et des électrodes), le contraste entre la loi simple que j'ai établie par l'expérience et les lois compliquées ou contradictoires auparavant déduites de la théorie (¹). »

CHIMIE. — *Détermination des densités de vapeur dans des ballons de verre à la température d'ébullition du sélénium.* Note de M. L. TROOST.

« Dans une précédente Communication, j'ai fait connaître la température d'ébullition du sélénium sous des pressions voisines de la pression atmosphérique.

» A cette température, on ne peut, pour la détermination des densités de vapeur, employer des ballons en verre ordinaire; ils se ramollissent et se déforment complètement. Certains tubes en verre de Bohême résistent bien, mais ils sont de trop petit diamètre. Il faut en effet, quand on opère aux températures élevées, des vases d'au moins 250^{cc} à 300^{cc}, si l'on veut éviter que les erreurs de pesées n'aient sur les résultats calculés une influence trop considérable.

» J'ai pu, grâce à l'obligeance de MM. Appert frères, verriers à Clichy, me procurer des ballons en verre peu fusibles et ayant une capacité d'environ 300^{cc}. Ces ballons, chauffés à la température d'ébullition du sélénium et fermés sous la pression atmosphérique, ne se déforment pas quand ils contiennent un gaz ou une vapeur conservant, pendant les premiers moments du refroidissement, une assez forte tension. Quand, au contraire, la vapeur se condense très rapidement, il y a quelquefois, dans les points où le verre a le moins d'épaisseur, un commencement de déformation qui nécessite la détermination exacte du volume du ballon avant l'expérience.

» Le creuset de plombagine, qui contient le bain de sélénium, est placé dans l'axe d'un four à gaz Perrot, de manière que sa partie supérieure reste en dehors du four. La détermination d'une densité de vapeur, dans ces conditions, donne moins de peine qu'aux températures pour lesquelles on emploie un bain d'huile (²).

(¹) DU BOIS-REYMOND, *Pogg. Ann.*, t. LXXI, p. 71; 1846. — RIEMANN, *Pogg. Ann.*, t. XCV, p. 130; 1855. — BEETZ, *Pogg. Ann.*, t. XCVII, p. 22. — H. WILD, *Denkschr. d. Schweiz. Ges.*, t. XV, p. 1; 1859. — H. WEBER, *Journ. de Borchardt*, t. LXXV, p. 75; 1873. — DITSCHEINER, *Sitzb. d. Wien. Akademie*, t. LXXVIII, p. 93; 1878.

(²) L'emploi de bouteilles cylindriques en fonte émaillée simplifiera encore l'opération, en donnant plus facilement une fermeture hermétique.

» On pèse le même ballon rempli successivement d'air et de la vapeur en expérience, et fermé à la température d'ébullition du sélénium. De cette façon la densité de vapeur est déterminée avec la même exactitude que si l'on connaissait rigoureusement le coefficient de dilatation du verre employé, entre 0° et 670° [1].

» Pour obtenir une vérification expérimentale, j'ai déterminé dans ces conditions la densité de vapeur du bichlorure de mercure, et j'ai obtenu les résultats suivants :

Excès de poids	$0^{gr},674$
Température de la balance	16°
Pression atmosphérique à la pesée	$764^{mm},38$
Pression atmosphérique à la fermeture	$760^{mm},36$
Volume du ballon	$302^{cc},0$
Air resté à 17° sous $764^{mm},4$	$3^{cc},5$
Densité obtenue	9,37
Densité théorique	9,38

L'accord entre la théorie et l'expérience est donc aussi complet que possible.

» *Densité de la vapeur d'iode.* — Cette densité a été, dans ces derniers temps, l'objet d'un grand nombre de recherches aux températures élevées, en raison de l'intérêt théorique qui s'attache aux variations que présentent les résultats numériques obtenus.

» Il était d'autant plus important d'obtenir une détermination rigoureuse de cette densité vers 665°, que les expériences faites par MM. Crafts et Meier [1] aux températures de 677° à 682° avaient fourni des nombres variant de 8,06 à 8,58 et laissaient, par suite, indécise la question de savoir si, à ces températures, le coefficient de dilatation de l'iode était déjà notablement différent de celui de l'air.

---

(1) J'ai déterminé le coefficient de dilatation du verre de mes ballons entre 0° et 300°, en les employant comme réservoirs de thermomètres à poids. Les nombres que j'ai obtenus se rapprochent beaucoup de ceux que Regnault avait fixés pour un verre très peu fusible sur lequel il opérait. Si à ce coefficient de dilatation on substituait le coefficient de dilatation du verre ordinaire, on arriverait au nombre 673° au lieu de 665° pour la température d'ébullition du sélénium.

(2) *Bulletin de la Société chimique*, t. XXXIV, p. 9.

» Voici les résultats auxquels je suis arrivé [1] :

	I.	II.
Excès de poids	$0^{gr},521$	$0^{gr},580$
Température de la balance	15°	16°,3
Pression atmosphérique à la pesée	753,30	756,31
Pression atmosphérique à la fermeture	753,07	756
Volume du ballon	306^{cc}	$305^{cc},3$
Gaz resté mesuré à 0° et sous 760^{mm}	$10^{cc},2$	$4^{cc},0$
Densité obtenue	8,57	8,53

» Il résulte de ces expériences que la vapeur d'iode possède encore aux environs de 665° un *coefficient de dilatation* qui ne diffère que très peu de celui de l'air, tandis que son *coefficient de compressibilité* est déjà, à 440°, notablement différent de celui de l'air, ainsi que je l'ai établi dans une précédente Communication [2], en montrant qu'à cette température la densité diminuait, avec la pression, de 8,7 à 7,35.

» *Densité de la vapeur de soufre.* — Pour la vapeur de soufre, j'ai au contraire constaté [3] que sa densité était, à 440°, indépendante de la pression. Elle conserve à cette température, et quelque faible que soit la pression, la valeur 6,6, triple de la valeur 2,2 qu'elle possède aux températures élevées.

» Elle se comporte comme l'oxygène ozonisé dont la densité, égale à une fois et demie celle de l'oxygène ordinaire, est, à la température de 10°, indépendante de la pression.

» L'ozone se décomposant peu à peu, en repassant à l'état d'oxygène ordinaire, à mesure que la température s'élève, il était intéressant de constater que la vapeur de soufre passe, comme l'ozone, progressivement d'un état allotropique à un autre quand la température s'élève, et que, par suite, sa densité de vapeur, prise à une température intermédiaire entre la température d'ébullition du soufre et celle du cadmium, a une valeur intermédiaire entre 6,6 et 2,2; c'est ce que prouvent les résultats suivants, obtenus à la température de 665° :

---

(1) Le même ballon a servi pour la fixation de la température et pour ces deux déterminations successives.

(2) *Comptes rendus*, t. XCI, p. 54.

(3) *Ibid.*, t. LXXXVI, p. 1396.

	I.	
Excès de poids........................	$-0^{gr},035$	$-0^{gr},032$
Température de la balance...............	$16^o,1$	$16^o,8$
Pression atmosphérique à la pesée.........	$764^{mm},75$	753^{mm}
Pression atmosphérique à la fermeture.....	$764^{mm},75$	753^{mm}
Volume du ballon......................	302^{cc}	296^{cc}
Gaz resté, mesuré à 0° et sous 760^{mm}......	$2^{cc},27$	$0^{cc},66$
Densité obtenue.......................	2,94	2,92

» Le vapeur de soufre passe donc, comme l'oxygène, progressivement, d'un état allotropique à un autre quand la température s'élève. »

CHIMIE. — *Quelques remarques sur le didyme.* Note de M. **P.-T. Clève**, présentée par M. Wurtz.

« J'ai communiqué, il y a peu de temps, à l'Académie, une Note préliminaire, qui avait pour but de rendre probable l'existence d'un élément inconnu, entre le lanthane et le didyme, et accompagnant ce dernier dans un certain nombre de minéraux. Comme caractéristique de cet élément hypothétique, que j'ai désigné par ce symbole, Di-β, j'ai donné la raie spectrale $l = 4333,5$, qui ne se trouve pas parmi les raies du lanthane et du didyme, enregistrées en 1874 par M. Thalèn. Des recherches continuées plus tard nous ont convaincus, M. Thalèn et moi-même, que cette raie appartient en effet au spectre du lanthane et que c'est par erreur qu'elle ne se trouve pas dans le tableau de M. Thalèn; ce dernier, au lieu de cette raie, en indique une autre, voisine et très forte, $l = 4330$, qui n'existe pas dans le spectre du lanthane. Il est donc évident qu'il y a ici un *lapsus calami*, qui m'a trompé.

» L'examen des fractions intermédiaires entre le lanthane et le didyme, que nous avons fait M. Thalèn et moi-même, a rendu très peu probable l'existence d'un élément nouveau entre le lanthane et le didyme.

» Il semble résulter des recherches de M. Brauner (¹) qu'il y a une variation dans le poids atomique du didyme, qu'il faut attribuer, comme M. Brauner l'a déjà fait, à la présence d'un oxyde étranger. Si cet oxyde est nouveau, la décipine reste à découvrir. A présent, il me paraît très peu probable qu'il se précipite par l'ammoniaque après le vrai didyme. »

(¹) *Nature*, 8th juin 1882, p. 137.

CHIMIE. — *Action de l'hydrogène sulfuré sur le chlorure de nickel.* Note de M. **H. Baubigny**, présentée par M. Debray.

« Certains chlorures métalliques sont, comme on le sait, plus difficiles à transformer en sulfures que les sulfates correspondants lorsque ces sels sont soumis, dans les mêmes conditions, à l'action de l'hydrogène sulfuré.

» J'ai cru utile de rechercher s'il existait, dans le cas du nickel, une différence semblable.

» Dans ce but, j'ai pris constamment des poids équivalents de sulfate et de chlorure, en opérant dans des conditions toujours comparables, et, de ces expériences, il résulte que le sulfate de nickel est transformé en sulfure plus rapidement que le chlorure.

» Ainsi, en faisant deux dissolutions, toutes deux dans 140^{cc} d'eau, l'une de $1^{gr},100$ de sulfate neutre $NiOSO^3$, l'autre de $0^{gr},925$ de chlorure neutre NiCl (¹), on trouve, si l'on abandonne les deux solutions pendant vingt heures à la température ambiante (de $+12^o$ à $+16^o$) et en vase clos, après les avoir saturées à 0° par le gaz sulfhydrique, que la solution de sulfate ne renferme plus que $0^{gr},342$ de sel de nickel, tandis que celle du chlorure, au bout du même temps, contient encore un poids de nickel correspondant à $0^{gr},616$ de sulfate.

» A chaud, en liqueur acide, on constate une différence aussi sensible.

» En effet, si, aux deux dissolutions précédentes de chlorure et de sulfate, on ajoute de l'acide libre, à chacune le même que celui du sel, et, en poids, un poids égal à celui contenu dans le sel employé, on ne trouve plus, après avoir chauffé quatre heures à 100°, que $0^{gr},077$ de sulfate dans la solution de ce sel, alors que celle du chlorure renferme un poids de nickel correspondant à $0^{gr},215$ de sulfate.

» Dans les deux expériences, le volume gazeux de l'espace clos était le sixième du volume liquide.

» Pour le nickel aussi, il est donc incontestable que le sulfate est plus facilement décomposé que le chlorure par l'hydrogène sulfuré, et, par suite, que, dans des conditions comparables, l'acide chlorhydrique s'oppose plus énergiquement que le poids équivalent d'acide sulfurique à cette transformation du nickel en sulfure, indépendamment de toute influence d'un caractère physique.

(¹) Le poids équivalent en sulfate $NiOSO^3$ est $1^{gr},103$.

» Cependant, ainsi que le prouve l'expérience, les déductions que ai déjà tirées des observations faites avec le sulfate de nickel sont également vraies pour le chlorure. Avec ce dernier sel comme avec le sulfate, la transformation du métal en sulfure se fait d'une manière progressive, et n'est seulement que beaucoup plus lente. Aussi peut-on dire que, d'une manière générale, l'action de l'hydrogène sulfuré sur les sels de nickel dépend :

» 1° Du rapport de l'acide et du métal;

» 2° De la nature de l'acide [1] (SO^3, — HCl, — $C^4H^4O^4$, — ...);

» 3° De la température;

» 4° De la durée d'expérience;

» 5° De l'état de saturation relative de la liqueur par l'hydrogène sulfuré, c'est-à-dire de la tension de ce gaz;

6° *Et par suite, à chaud,* du rapport des volumes gazeux et liquides dans l'espace clos.

» Les causes influentes étant si diverses, on s'explique les opinions contradictoires émises par les différents expérimentateurs qui ont étudié les modes de séparation du nickel d'avec le zinc, le cadmium, le cuivre, etc., à l'aide de l'hydrogène sulfuré.

» C'est ainsi que la méthode de séparation du zinc et du nickel en présence de l'acide acétique seul est toujours aléatoire, puisqu'il faut, pour empêcher la précipitation du nickel, à la température ordinaire, des quantités d'acide libre d'autant plus grandes que le poids du nickel en solution est plus fort, et que, de plus, sous l'influence d'une température relativement peu élevée (40° par exemple), même en vase ouvert, il se précipite toujours du sulfure. On sait, en effet, qu'il suffit de porter à 70°, en vase ouvert, une solution acétique d'acétate de nickel, où l'on a fait passer un courant de gaz sulfhydrique, et de laisser refroidir la liqueur à l'abri du contact direct de l'air, de manière à éviter une trop grande perte d'hydrogène sulfuré et tout phénomène d'oxydation, pour que *tout* le nickel soit séparé à l'état de sulfure [2], qui, au bout de dix à douze heures, est entièrement déposé.

» La méthode n'est en défaut que si la solution renferme des corps oxydants, des nitrates par exemple; mais, comme on peut détruire l'acide nitrique, dans ces conditions, par l'ébullition avec du sulfhydrate d'am-

---

(1) Les nitrates feront l'objet d'une Note spéciale.

(2) L'acidité de la liqueur ne doit cependant pas être excessive, pour qu'on puisse obtenir ce résultat.

moniaque, il suffit donc de soumettre la dissolution à ce traitement, qu'on répète s'il y a lieu, pour qu'on puisse y effectuer la précipitation *complete* du nickel, en présence de l'acide acétique libre, à l'état de sulfure. »

CHIMIE. — *Sur l'isomérie des sulfites cuivreux*. Note de M. **Etard**, présentée par M. Cahours.

« I. Dans une Note précédente, j'ai fait voir que l'acide sulfureux en réagissant sur l'acétate cuivrique dissous donnait tout d'abord un sel renfermant $S^8O^{32}Cu'^2Cu''^{10}H^{10} + 21H^2O$, le sel de Péan de Saint-Gilles. Celui-ci, par l'action ultérieure de l'acide sulfureux, subit une réduction et se convertit en un sel basique jaune, cristallisé, renfermant $S^8O^{32}Cu'^4Cu''^{14}, Cu^2O + 5H^2O$. Pour obtenir ce nouveau corps, on fait passer un courant d'acide sulfureux dans une solution d'acétate cuivrique maintenue à 85°; le sel floconneux se forme tout d'abord, le sel de Péan ne tarde pas à se convertir en un précipité sablonneux jaune ayant la composition indiquée. Si, la précipitation de ce sel étant achevée, on prolonge l'action du gaz sulfureux, la réaction, un instant arrêtée par la formation d'un corps défini, possible dans ces circonstances, reprend sa marche, et le sel jaune se transforme complètement en sel de Chevreul par une nouvelle réduction. Le sel de Chevreul, qui paraît se former directement, est donc précédé par la formation de deux corps définis au moins.

» Dans cette réaction de l'acide sulfureux gazeux sur l'acétate cuivrique dissous, plusieurs circonstances sont variables à volonté. Si l'on fait croître la température, par exemple, la tendance à la formation de sels peu hydratés croît, l'acide acétique de l'acétate tend à se séparer, en même temps le gaz sulfureux se fixe avec une plus grande difficulté. On peut encore faire varier le milieu par l'addition d'un excès d'eau ou d'acide acétique. Dans ces conditions on peut donc prévoir la formation d'un grand nombre de sels basiques comme conséquence nécessaire de l'équilibre mobile du milieu. Cela a lieu, en effet, et, en faisant varier la température, on obtient une série de sels cristallisés présentant toute une gamme de couleurs, depuis le brun clair jusqu'au violet foncé. Ces sels sont des sulfites de plus en plus basiques, tendant par degrés insensibles vers la composition de l'oxyde cuivreux qu'on obtient finalement, surtout dans les milieux étendus d'eau. Tout en conservant, comme des espèces définies, une homogénéité parfaite et l'état cristallisé, la teneur de ces corps en cuivre varie constamment comme si, dans ce cas, les proportions selon

lesquelles la combinaison s'effectue étaient régies non pas par la loi des proportions chimiques définies, mais par les nécessités physiques du milieu. Comme pour les minéraux naturels, on pourrait, sans doute, arriver à formuler ces sulfites basiques en prenant un coefficient assez élevé; l'un de ces sulfites a été obtenu plusieurs fois en cristaux violets présentant la formule $SO^3Cu^2, 9Cu^2O$, ce qui fait déjà une teneur de 96 pour 100 de protoxyde de cuivre.

» L'une des variations qu'on peut faire subir au milieu précédent, c'est celle qui consiste à remplacer l'eau par l'acide acétique qui tendra à limiter la formation des sels basiques par dissociation.

» II. Le verdet cristallisé se dissout à l'ébullition dans l'acide acétique à 8° du commerce. Si, dans cette solution saturée, filtrée et maintenue en ébullition, on fait arriver du gaz sulfureux, la liqueur verte prend une coloration bleu foncé, comme s'il y avait là un sel ammoniacal, et bientôt il se fait un précipité d'écailles blanches nacrées formant un dépôt lourd au fond du vase; il convient de mettre fin à l'expérience peu de temps après son début, sans quoi le sel blanc se transformerait dans un des sels violets basiques signalés ci-dessus. On décante rapidement le liquide bouillant, on filtre, puis on lave à l'eau, à l'alcool et à l'éther. Le nouveau sel se présente à l'état de pureté sous la forme de cristaux visibles à l'œil nu : ce sont des tables hexagonales, incolores ou légèrement ambrées, agissant sur la lumière polarisée. Sa composition est exprimée par la formule SO^3Cu^2, H^2O : c'est du sulfite cuivreux.

	Trouvé.	Théorie.
Cu	56,2	56,4
S	14,3-14,5	14,2
H^2O	8,5	8,0

» Jusqu'à ce jour on ne connaissait avec certitude, ni sulfite cuivreux, ni sulfite cuivrique. Tagojsky (*Comptes rendus*, année 1851) avait annoncé qu'en traitant le sulfite cuproso-ammonique $SO^3Cu^2, SO^3(AzH^4)^2, 2H^2O$ par l'acide sulfureux, il se formait un sulfite cuivreux rouge, mais le fait avait été nié par Péan de Saint-Gilles qui n'a pu obtenir ce corps. En répétant ces expériences, j'ai trouvé qu'on pouvait préparer en abondance le sulfite cuivreux rouge de Tagojsky par une digestion prolongée du sel ammonique avec un grand excès d'acide sulfureux plusieurs fois renouvelé. Le sel d'ammonium, qui est hexagonal et incolore, se transforme complètement en cristaux prismatiques rouge brique, visibles à l'œil nu et

agissant sur la lumière polarisée. D'après mes expériences, on obtient ce sel plus facilement en faisant réagir l'acide sulfureux en solution sur le composé sodique $SO^3Cu^2, SO^3Na^2, 2H^2O$ qui passe presque immédiatement du blanc à la coloration rouge du sulfite cuivreux. Le sulfite cuivreux rouge, pas plus que le blanc, ne contient de cupricum; du reste, il se forme au sein d'un excès de réducteur. La formule brute du sulfite cuivreux rouge est SO^3Cu^2, H^2O; il se forme selon l'équation finale :

$$SO^3Cu^2, SO^3Na^2, 2H^2O + SO^3H^2 = SO^3Cu^2H^2O + H^2O + 2SO^3NaH.$$

» Il existe deux sulfites cuivreux isomériques : l'un blanc, d'une densité de 3,83 à 15°; l'autre rouge, d'une densité de 4,46 à la même température. Le premier, que je viens de signaler pour la première fois, me paraît être *le sulfite cuivreux normal* correspondant au chlorure et à l'acétate cuivreux incolores. Je regarde le second comme un isomère par polymérie, je l'appellerai *isosulfite cuivreux*. En confirmation de ces idées j'ai pu transformer le sulfite cuivreux blanc en sulfite cuivreux rouge, en le faisant digérer pendant quelques heures avec de l'acide sulfureux dans un tube fermé. Les tables hexagonales blanches se convertissent rapidement en prismes rouges, peut-être en se transformant d'abord en un sulfite cuivreux acide. D'après la composition d'un dérivé de sulfite cuivreux rouge, que je décrirai prochainement, il me paraît vraisemblable que ce sel soit un corps rentrant dans la série des sulfites renfermant S^8, dont j'ai déjà signalé plusieurs termes. Le sulfite cuivreux rouge deviendrait ainsi un octosulfite cuivreux de la formule $S^8O^{32}(Cu')^{16}H^{16}$.

» A l'exception des allotropies des corps simples, et de l'isomérie des sulfures de phosphore, les cas d'isomérie, si abondants dans les séries complexes de la Chimie organique, sont à peu près inconnus en Chimie minérale, et, à ma connaissance, l'isomérie des sels proprement dits n'avait encore été observée que dans un seul cas, par Marignac, sur des fluosels. »

MÉTALLURGIE. — *De la réduction de certains minerais d'argent par l'hydrogène et la voie humide*. Note de M. **P. Laur**, présentée par M. Daubrée.

« Toutes les fois que l'hydrogène prend naissance dans une liqueur où se trouvent du sulfure, chlorure, bromure et iodure d'argent, le composé argentifère est détruit; il se forme un acide hydrogéné et l'argent passe à l'état métallique.

» La réaction suivante où les réductions sont produites peut être utilisée en métallurgie.

» Le minerai d'argent, sulfure, chlorure, bromure ou iodure, est réduit en poudre fine et placé dans un vase de fonte où l'on verse une lessive alcaline à faible titre : 1 partie de soude pour 100 parties d'eau. D'un autre côté, on prépare un amalgame contenant 3 parties d'étain pour 100 parties de mercure qu'on réunit au minerai et l'on porte le tout à l'ébullition.

» L'hydrogène produit détermine la décomposition des composés argentiques. L'argent s'amalgame au mercure; le soufre passe dans la liqueur à l'état de sulfostannate alcalin; le chlore, le brome et l'iode donnent des sels de soude correspondants; il n'y a pas perte sensible de mercure.

» Cette réaction peut être utilement substituée au procédé du *Cazo* mexicain et du *Pan* californien, par lesquels on traite des minerais contenant l'argent à l'état natif ou de sulfure simple, mêlés à des proportions variables de chlorure, bromure ou iodure. Par cette substitution on supprimerait la consommation du mercure, toujours très considérable dans ces procédés du *Cazo* et du *Pan*, et, autant qu'on peut en juger par des expériences de laboratoire, on arriverait à une extraction plus complète de l'argent. Il n'y aurait, d'ailleurs, aucun changement à faire dans le matériel des usines. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du chloroforme sur le β-naphtol.* Note de M. G. Rousseau.

« Dans une Communication précédente [1], j'ai signalé la formation d'un pseudo-glycol, par l'action du chloroforme sur le β-naphtol.

» L'étude de ce corps étant aujourd'hui terminée, je crois utile de faire la description complète de la réaction qui lui donne naissance.

» Dernièrement [2], M. Kauffmann a publié un travail sur l'aldéhyde $C^{11}H^{8}O^{2}$, produit accessoire de la réaction du chloroforme sur le β-naphtol, et dont je m'étais borné à constater la formation. Il confirme mes premières observations sur le glycol tertiaire $C^{22}H^{14}O^{2}$, mais il n'a pas cherché à expliquer le mécanisme de la réaction. C'est ce que je vais essayer de faire.

» Traité par le chloroforme, en présence d'une solution alcaline étendue, le naphtol donne, comme je l'ai dit, un magma jaunâtre formé

---

[1] *Comptes rendus*, t. XCIV, p. 133.

[2] *Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft*, t. XV, p. 808.

surtout de glycol impur, qu'on purifie par des lavages à l'alcool bouillant.

» Par évaporation, cet alcool laisse un résidu foncé, qu'on peut dédoubler, par l'action de dissolvants appropriés (benzine, ou mieux essence de pétrole), en une résine et en cristaux bien définis présentant le point de fusion (198°) et toutes les propriétés de l'éther du glycol $C^{22}H^{12}O$, précédemment décrit. Les rendements sont assez faibles, 2 pour 100 à peine du naphtol employé. Quant à la résine, elle est insoluble dans les alcalis, peu soluble dans l'alcool et la benzine. Elle renferme 96 pour 100 de carbone. Chauffée, elle donne un sublimé d'aiguilles et laisse un résidu brillant de charbon. On peut donc l'envisager comme formée, en grande partie, d'hydrocarbures condensés.

» Dans certaines conditions, en n'employant que la quantité d'alcali suffisante pour neutraliser le β-naphtol, j'ai obtenu, à côté de la résine et du glycol, de petites quantités d'un alcool monoatomique $C^{22}H^{14}O$.

» Enfin, dans toutes mes expériences, j'ai constaté un dégagement abondant d'oxyde de carbone pur.

» Cette réaction est, comme on le voit, fort complexe. Je n'ai pu réussir à en rendre compte par une équation. De quelque façon que j'aie cherché à combiner les formules, le premier terme contient toujours un atome d'oxygène en excès, qui doit se fixer sur le naphtol ou sur l'aldéhyde, pour donner naissance à un corps plus oxygéné.

» N'ayant pu réussir à isoler d'autres composés cristallisés que ceux que j'ai signalés plus haut, j'ai songé à analyser la résine brune, soluble dans les alcalis, qui accompagne toujours l'aldéhyde. Je suis parvenu à séparer ces deux corps par l'action de l'essence de pétrole, qui dissout seulement l'aldéhyde. La résine, ainsi purifiée, contient 47 pour 100 d'oxygène. Il est probable qu'elle se forme aux dépens de l'aldéhyde, si facilement oxydable, surtout en solution alcaline.

» L'action du chloroforme sur le β-naphtol ne pouvant fournir d'oxygène naissant, il s'ensuit que cette oxydation partielle doit correspondre à une hydrogénation parallèle d'une autre portion de l'aldéhyde qui se condense, avec élimination d'eau, pour former le glycol $C^{22}H^{14}O^2$.

» En résumé, l'action du chloroforme sur le β-naphtol donne naissance à divers produits qu'on peut classer en deux groupes bien distincts :

» *a*. Corps insolubles dans les alcalis : 1° le glycol $C^{22}H^{14}O^2$, 2° l'éther proprement dit du glycol $C^{22}H^{12}O$, 3° l'alcool monoatomique $C^{22}H^{14}O$, 4° une résine contenant 96 pour 100 de carbone.

» *b*. Corps solubles dans les alcalis : 1° l'aldéhyde $C^{11}H^8O^2$, 2° une résine très oxygénée.

» Enfin, on observe un dégagement continu d'oxyde de carbone.

» Le phénomène le plus saillant de la réaction est, sans contredit, la transformation d'un phénol en un composé à fonction alcoolique. Ce fait paraît en contradiction avec tout ce qu'on sait des propriétés générales des phénols.

» L'oxhydryle phénolique est très stable; on ne parvient d'ordinaire à le substituer que par l'action de réactifs très énergiques, tels que le perchlorure de phosphore. M. Berthelot a montré que, chauffé en tubes scellés à 360°, en présence d'ammoniaque, le phénol benzénique ne se transforme pas en aniline.

» Il paraît donc, au premier abord, impossible d'admettre que l'oxhydryle du naphtol ait pu s'éliminer sous l'influence du chloroforme.

» Cette contradiction apparente s'explique, si l'on tient compte d'expériences récentes, tendant à prouver que dans les naphtols on peut substituer l'oxhydryle avec une assez grande facilité. C'est ainsi que M. Holdmann a réussi à préparer la β-naphtylamine en chauffant le β-naphtol dans un courant de gaz ammoniac, et que M. Græbe a découvert les éthers des naphtols en les faisant bouillir avec de l'acide sulfurique étendu.

» Ces réactions curieuses établissent une certaine analogie entre les naphtols et les alcools véritables. Elles permettent de se rendre compte du mécanisme de la synthèse du nouveau glycol.

» Deux molécules d'aldéhyde $C^{11}H^8O^2$, sous l'influence hydrogénante signalée plus haut, perdant leur oxhydryle à l'état d'eau, s'unissent pour former un groupement dinaphtylique. Les deux groupes *formyle* — COH, placés probablement tous deux dans la position ortho par rapport au point de soudure, subissent une transposition moléculaire et se transforment en radicaux ≡COH, caractéristiques des alcools tertiaires.

On est ainsi conduit à la formule de constitution :

$$\begin{array}{l} C^{10}H^6\text{-}COH \\ \quad | \qquad\quad \| \\ C^{10}H^6\text{-}COH \end{array}$$

qui fait du nouveau composé *un glycol tertiaire non saturé*.

» Cette formule rend compte de toutes les propriétés; elle se trouve confirmée par son dédoublement en isodinaphtyle sous l'action de la chaux sodée[1]. »

---

[1] Ces recherches ont été faites au laboratoire de Chimie des hautes études de la Sorbonne.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Introduction dans l'industrie du vanadium extrait des scories basiques du Creusot.* Note de MM. **G. Witz** et **F. Osmond**, présentée par M. Friedel.

« M. Dieulafait signalait récemment (*Comptes rendus*, t. XCIII, p. 804) la diffusion complète du vanadium et du titane dans la formation primordiale et en déduisait l'origine aqueuse des bauxites et des argiles aux dépens des roches de cette formation. Cette loi générale explique également la présence du vanadium dans les minerais de fer argileux et alumineux.

» La métallurgie met souvent en œuvre de pareils minerais. Le vanadium, chimiquement analogue au phosphore, suit ce dernier corps dans toutes les phases de la fabrication : tous deux se retrouvent, concentrés ensemble, dans différentes scories, et, notamment, dans celles du procédé Bessemer modifié par Thomas et Gilchrist pour le traitement des fontes impures sur garniture basique.

» Parmi les aciéries qui appliquent la nouvelle méthode, celles du Creusot, alimentées par l'oolithe de Mazenay, produisent des scories exceptionnellement riches en vanadium et dont l'analyse suivante peut donner une idée moyenne :

Silice	16,50		
Alumine (avec un peu de Cr^2O^3)	3,80		
Chaux	46,30		
Magnésie	4,00		
Oxyde ferreux	7,07	Fer	5,50
Oxyde manganeux	5,30	Manganèse	4,10
Acide sulfurique	0,63	Soufre	0,25
» phosphorique	13,74	Phosphore	6,00
» vanadique	1,92	Vanadium	1,08
	99,26		

» Pour les seules usines du Creusot, on peut évaluer à 60000^{kg} environ la quantité de vanadium ainsi rassemblée chaque année; c'est là une source très abondante, d'où nous avons réussi à extraire, soit le métavanadate d'ammonium, soit des produits vanadiques nouveaux plus spécialement applicables à la fabrication des noirs d'aniline aux chlorates.

» Nos procédés principaux sont les suivants :

» 1° *Dissolution simple des scories brutes.* — Les scories, grossièrement concassées, sont abandonnées, en excès, au contact d'acide chlorhydrique, à la température ordinaire, jusqu'à ce que l'acide soit en grande partie sa-

turé et que la solution marque de 36° à 37° B. On peut alors décanter, étendre d'eau jusqu'à 15° B., séparer la silice et prendre le titre.

» Les liqueurs ainsi préparées renferment le vanadium à l'état hypovanadique; malgré la présence de tous les sels étrangers, elles peuvent être employées telles quelles dans l'impression; déjà l'expérience industrielle a été faite par l'un de nous qui n'a pu, pendant plus d'une année de marche courante, y trouver le moindre inconvénient.

» 2° *Préparations à base de phosphate hypovanadique.* — La solution chlorhydrique des scories brutes, convenablement neutralisée et additionnée d'un acétate alcalin, laisse déposer un abondant précipité gris bleuâtre qui renferme la plus grande partie du vanadium sous forme de phosphate hypovanadique mélangé d'autres phosphates peu solubles ou entraînés dans ces conditions.

» En recommençant une seconde fois le même traitement, on peut obtenir un nouveau précipité à 20 pour 100 environ de vanadium métal, si la scorie traitée en contenait au moins 1,50 pour 100.

» Les scories ordinaires, qui n'atteignent pas cette teneur, subissent avec avantage un enchérissement préalable très simple : on ajoute à leur dissolution chlorhydrique un excès de scorie en poudre qui neutralise l'acide libre et précipite les métaux dont les phosphates sont les moins solubles, notamment le vanadyle. Ce premier précipité, léger, grenu, d'un blanc grisâtre, est repris par l'acide chlorhydrique et traité, comme plus haut, par un acétate [1].

---

[1] Il est formé principalement de diphosphate trimétallique

$$(PO^4)^2(VaO)^3 + 5H^2O.$$

On obtient celui-ci facilement à l'état de précipité gélatineux gris bleuâtre en mélangeant, d'une part, une solution chlorhydrique de métavanadate d'ammonium réduite par la glycérine ou les sulfites, d'autre part du phosphate ordinaire d'ammonium, neutralisant presque rigoureusement, et ajoutant de l'acétate d'ammonium.

Le précipité s'altère assez facilement pendant les lavages, et paraît se dédoubler en phosphate dimétallique soluble et hydrate hypovanadique. Aussi est-il assez difficile de le préparer à l'état de pureté. Il brunit à l'air pendant la dessiccation, en absorbant un peu d'oxygène.

	Composition	
	trouvée.	calculée.
Va^2O^4	53,43	51,87
P^2O^5	27,12	29,46
H^2O	18,23	18,67
Impuretés et pertes	1,22	»
	100,00	100,00

» Ces préparations, très solubles dans les acides, ont été essayées avec succès par plusieurs grandes fabriques d'indiennes.

» 3° *Fabrication du métavanadate d'ammonium.* — Les précipités phosphatiques, obtenus par la scorie elle-même, ou mieux par un acétate, au lieu d'être enrichis et livrés au commerce, sont, après dessiccation, soumis à un grillage oxydant au rouge naissant; la poudre, d'abord gris clair, prend une teinte jaune d'ocre : on reprend par l'eau ammoniacale qui donne une solution jaune orangé d'orthovanadate; on fait bouillir jusqu'à décoloration, on filtre et on précipite le métavanadate d'ammonium à la manière ordinaire.

» Une première opération, faite en partant de 14^{kg} de scories à 1,50 pour 100 de Va, a donné 250^{gr} de métavanadate à la teneur presque théorique de 42-43 pour 100. »

TÉRATOLOGIE. — *Sur une anomalie de l'œil.* Note de M. **Dareste.**

« M. Desfosses a fait connaître, dans la séance du 26 juin, la remarquable conformation de l'œil du Protée. Cet organe est uniquement constitué par la vésicule optique secondaire, dans la concavité de laquelle n'ont point pénétré les productions cutanées qui forment le cristallin et le corps vitré.

» C'est la première fois que cet arrêt de développement de l'œil est signalé comme caractérisant l'état normal d'une espèce animale. Mais j'ai eu occasion, depuis longtemps, de le rencontrer sur les embryons anomaux ou monstrueux que j'ai obtenus dans mes expériences tératogéniques.

» J'ai constaté cet arrêt de développement de l'œil, réduit à la vésicule optique secondaire, et qui paraît remplacé par une tache de pigment, dans trois conditions différentes.

» Tantôt, et c'est le cas le plus rare, cet arrêt de développement de l'œil se produit isolément sur un embryon d'ailleurs complètement normal.

» Tantôt il se présente sur des embryons atteints de hernies de l'encéphale ou d'exencéphalies. Dans cette monstruosité, l'une des plus fréquentes que j'aie produites, l'arrêt de développement d'un des yeux, ou même des deux, a lieu beaucoup plus souvent que leur développement complet.

» Tantôt, enfin, cet arrêt de développement se produit dans la cyclopie. L'œil unique des Cyclopes est parfois réduit à la vésicule optique secondaire et ne possède ni cristallin, ni corps vitré. Ce fait a été signalé depuis longtemps, mais sans qu'on en ait eu la signification. On ne comprenait pas comment, dans une orbite unique, l'œil pouvait être remplacé par

une tache de pigment. Aujourd'hui tous ces faits s'expliquent par le défaut de production des éléments cutanés qui pénètrent dans la vésicule optique secondaire pour former le cristallin et le corps vitré. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Sur l'histologie de la* Ciona intestinalis. Note de M. L. **Roule**, présentée par M. Milne Edwards.

« Les fibres musculaires du manteau, comme celles du corps entier, sont toutes lisses et très longues; leur petit noyau est entouré par une couche mince de protoplasma qui proémine légèrement en dehors et se continue dans l'intérieur de la fibre en un court filet axial; ces fibres sont groupées par deux, trois ou quatre, rarement plus, en petits faisceaux nettement limités qui se réunissent en nombre variable pour constituer une bande musculaire autour de laquelle le tissu conjonctif forme une sorte d'enveloppe propre; ces bandes musculaires sont séparées les unes des autres par une épaisseur variable de tissu conjonctif creusé de lacunes excessivement nombreuses. Dans l'intérieur de la cavité générale, le manteau envoie des prolongements qui s'insèrent sur les viscères et les soutiennent; quelques-uns de ces tractus mésentériques prennent la forme de lames; leur structure est très simple, car ils sont constitués par du tissu conjonctif creusé de nombreuses lacunes, dépourvu de fibres musculaires, et recouvert extérieurement par un endothélium à larges cellules, la couche péritonéale; cette structure est aussi celle du péricarde. L'endothélium de la cavité générale ressemble à celui qui tapisse l'intérieur des vaisseaux les plus volumineux : ses cellules, renfermant de petits noyaux, sont limitées par des parois droites ou faiblement ondulées; dans les vaisseaux cependant, les cellules endothéliales sont plus petites en général et beaucoup plus plates et plus minces que dans la cavité générale. L'endothélium de la face externe du cœur et celui de la face interne du péricarde prennent un caractère particulier vers l'insertion du cœur sur le péricarde: les cellules endothéliales de ce dernier sont aussi longues que larges et renferment un noyau volumineux; celles du cœur grossissent encore plus, et apparaissent comme de volumineuses cellules hyalines, à peine colorées par les réactifs; cette augmentation de volume a déjà été signalée dans l'endothélium qui tapisse la cloison des oreillettes du cœur de la grenouille. L'endothélium semble manquer dans les petites lacunes dont le tissu conjonctif est criblé; mais une couche cellulaire d'une nature particulière est alors formée par les globules lymphoïdes charriés par le liquide sanguin, qui

s'accolent sur la paroi et font pénétrer leurs prolongements dans le tissu conjonctif environnant. A cause de cette origine, cette couche est très irrégulière; continue en un point, elle manque en un autre, en offrant toutes les transitions entre ces deux états.

» Les grosses cellules extérieures du ganglion nerveux sont apolaires ou unipolaires; leur noyau, très volumineux, est le plus souvent unique, parfois double; ces grosses cellules environnent une partie centrale formée par un plexus très serré de cylindres-axes dépourvus de myéline, et de petites cellules nerveuses dont le nombre des prolongements peut s'élever jusqu'à cinq et six. La structure de ces cellules n'offre rien de particulier; les cylindres-axes sont composés par un assemblage de petites fibrilles parallèles. Le ganglion nerveux est bifurqué en avant et en arrière, de manière à former quatre nerfs dont l'origine possède la même structure que le ganglion dont ils sont les prolongements directs; ces nerfs ne sont absolument constitués que par des cylindres-axes, entremêlés cependant, en certains points, de quelques rares cellules nerveuses semblables à celles renfermées dans la partie centrale du ganglion. Il est impossible de suivre le trajet des nerfs dans l'intérieur des bandes musculaires où ils vont se perdre; mais les procédés histologiques dénotent l'existence de nombreux troncs nerveux dans le siphon buccal et principalement dans le diaphragme péricoronal où ils vont se distribuer aux tentacules très sensibles insérés sur ce diaphragme, et encore dans la région antérieure du manteau; de nombreuses fibrilles nerveuses accompagnent les fibres musculaires du manteau entier. La structure de la glande hyponervienne est semblable dans ses traits généraux à celle constatée dernièrement par M. Julin sur diverses *Ascidia*; le raphé dorsal (Julin) ne possède pas de gouttière, à moins que l'on ne considère comme telle un petit espace triangulaire, placé audessous de la glande hyponervienne, et formé par la bande longitudinale du raphé qui s'élargit pour aller rejoindre de chaque côté la lèvre externe de la gouttière péricoronale; il arrive fréquemment que, dans les lacunes qui avoisinent la glande, les cellules granuleuses jaunes charriées par le liquide sanguin et semblables à celles qui constituent le rein annexé au canal déférent, s'accumulent en plus grand nombre que partout ailleurs.

» La structure du raphé ou endostyle est très compliquée; la paroi de cette gouttière est constituée par du tissu conjonctif creusé de nombreuses lacunes, limité en dehors par un épithélium semblable à celui de la branchie, et en dedans par des éléments cellulaires dont les uns forment une couche épithéliale pavimenteuse à cils vibratiles, les autres une couche

épithéliale cylindrique assez dissemblable d'aspect suivant les régions et pourvue en certains points seulement de cils vibratiles; entre ces cellules, il en existe d'autres plus petites, ovales, hyalines, renfermant un volumineux noyau fortement coloré par les réactifs; le fond de la gouttière est constitué par de larges cellules granuleuses, difficiles à colorer, tapissées par une couche épithéliale mince, et sécrétant un mucus abondant qui renferme parfois des débris de cellules. La gouttière endostylaire se termine dans la cavité générale en un cul-de-sac très long et contractile; de ce cul-de-sac part une gouttière profonde qui suit la branchie, limitée par deux lèvres dont les parois sont constituées par de longues cellules épithéliales et va aboutir à la bouche. L'intérieur de l'œsophage est tapissé par un épithélium cylindrique à cils vibratiles, renfermant de petites cellules hyalines, ovoïdes, si nombreuses en certains points qu'elles forment à elles seules une couche continue au-dessus de l'épithélium cylindrique. Les parois de l'estomac et de l'intestin sont formées par une couche d'épithélium cylindrique à gros éléments dépourvus de cils vibratiles, sauf dans le rectum, entremêlés de petites cellules hyalines semblables à celles de l'œsophage, mais plus rares; il n'y a pas de foie constitué par un organe défini, cependant les cellules stomacales renferment de la cholestérine et des acides gras biliaires. »

ZOOLOGIE. — *Sur le développement des Grégarines et Coccidies.* Note de M. Schneider.

« Les Grégarines du genre *Stylorhynchus* donnent des spores en chapelet, dont le contenu formé d'abord d'un protoplasma granuleux avec beau noyau sphérique se convertit ensuite en huit corpuscules falciformes pourvus chacun d'un noyau.

» Quand les spores à maturité sont soumises, sous l'objectif du microscope, à l'action du liquide intestinal du *Blaps*, elles s'ouvrent spontanément suivant leur bord le plus arqué, et les Sporozoïtes en sortent, grâce aux mouvements dont leur extrémité antérieure surtout est le siège. J'ai eu ces Sporozoïtes en vie durant quatre heures sur le porte-objet; ils m'ont toujours paru agir comme s'ils tendaient à pénétrer dans le substratum qui, dans les conditions normales, est un épithélium.

» Je n'ai pas été témoin de cette pénétration, mais on ne saurait douter qu'elle s'accomplisse, puisque les conséquences de l'introduction du cor-

puscule dans une cellule intestinale sont toutes confirmées par les états ultérieurs.

» Les macérations montrent, en effet, que toutes ces cellules épithéliales renferment à leur intérieur, à côté du noyau, une production parasitaire tout à fait identique à une Coccidie. Elle est munie d'un noyau pour son propre compte, et s'observe à tous les états depuis les plus jeunes jusqu'à celui dans lequel, son développement ayant rompu la cellule qui l'a hébergée, elle fait saillie dans la lumière du tube digestif. A cette phase elle est encore à l'état de *Monocystis*, mais la division en segments ne tarde pas à se produire, comme Bütschli l'a indiqué pour une autre forme. La cellule qui coiffera plus tard la tête du *Stylorhynchus* n'est autre que la cellule nourrice de la phase coccidienne.

Coccidies. — J'ai pu suivre le développement des spores dans le genre *Klossia*. Il a donné des résultats intéressants.

» Quand le kyste vient de se former, la constitution du noyau est la suivante : une paroi, un suc nucléaire, un nucléole librement suspendu avec une zone externe dense et une interne plus fluide. Il n'y a pas de *reticulum*. Dans les états suivants, le nucléole bourgeonne successivement un, deux et plusieurs globules dont j'ai vu une trentaine formant une grappe au-dessus de lui. Ces globules grossissent sans doute aux dépens du suc nucléaire dans lequel ils sont plongés, et le nucléole diminue corrélativement de volume jusqu'à épuisement. Je crois aussi ces globules susceptibles de division, déjà même à l'intérieur du noyau, car on en voit qui sont étranglés par le milieu et renflés aux deux bouts.

» La paroi du noyau se dissolvant dans le stade suivant, ces globules sont mis en liberté dans la masse granuleuse du kyste. Ils doivent gagner la périphérie par des mouvements propres, car c'est là qu'on les retrouve. Ils subissent dans la zone corticale du kyste des divisions nombreuses, durant lesquelles ils s'offrent sous forme de longs rubans renflés aux bouts et très effilés souvent dans le milieu. Le progrès de leur multiplication amène finalement la formation d'un nombre prodigieux de tout petits noyaux, distribués à intervalles rapprochés et très réguliers à la surface du kyste dans la couche limitante. Mais bientôt chacun d'eux est comme soulevé et vient faire saillie à la surface dont il s'écarte de plus en plus, entraîné qu'il est à l'extrémité d'une saillie conoïde à plasma pur.

» Cette saillie et le noyau qu'elle loge excentriquement à l'extrémité distale, en s'étranglant à la base et en se séparant de la masse granuleuse du kyste, deviendront une spore. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *De l'emploi de l'eau oxygénée en chirurgie.* Note de MM. **Péan** et **Baldy**, présentée par M. Paul Bert.

« MM. Péan et Baldy, après avoir eu connaissance des expériences de MM. Paul Bert et P. Regnard sur les effets de l'eau oxygénée, se sont livrés, à l'hôpital Saint-Louis, à une série de recherches pour étudier les applications qu'on en pourrait faire en chirurgie. Bien que ces recherches demandent à être poursuivies pour répondre à toutes les questions qui ne peuvent manquer d'être soulevées à cet effet, ils ont pensé que les résultats qu'ils ont obtenus méritaient dès maintenant d'être soumis à l'appréciation de l'Académie.

» L'eau oxygénée qui a servi à ces recherches a été préparée par M. Baldy, de telle façon qu'elle fût absolument neutre. Elle contient de six à deux fois son volume d'oxygène. Les auteurs font ainsi connaître les résultats qu'ils ont obtenus :

» Nous avons, disent-ils, tout d'abord employé l'eau oxygénée à l'extérieur pour les pansements des grands traumatismes et des ulcérations de diverses natures, en injections dans les plaies fermées et drainées, dans certaines cavités, telles que la vessie, les fosses nasales, en vaporisation pour remplacer l'acide phénique dans le cours des grandes opérations, telles que l'ovariotomie. Nous l'avons également donnée à l'intérieur, à la dose de 3 à 5^{gr} d'eau oxygénée contenant 6 fois son volume d'oxygène, à un certain nombre d'opérés et dans certaines affections, telles que l'urémie, la septicémie, l'érysipèle, le diabète, la tuberculose, et plus particulièrement chez les opérés tuberculeux.

» Nos pansements sont faits à l'aide de compresses de tarlatane recouvertes de feuilles de baudruche très minces, destinées à empêcher son évaporation, et maintenues par des bandes. Nous y ajoutons une plus ou moins grande épaisseur d'ouate lorsqu'il est indiqué d'exercer une certaine compression et d'obtenir l'immobilisation. Lorsqu'il y a lieu d'appliquer un tube à drainage, des injections d'eau oxygénée, à un ou deux volumes d'oxygène, sont pratiquées par ce tube. Pendant la durée des grands pansements, l'atmosphère des plaies est modifiée par des pulvérisations d'eau oxygénée contenant de 4 à 6 fois son volume d'oxygène.

» Les résultats que nous avons obtenus jusqu'ici sont des plus encourageants. En effet, ils ont été satisfaisants, non seulement dans les petites opérations, mais aussi dans les grandes amputations des membres, dans

les petites plaies faites par l'ablation de tumeurs volumineuses, dans les graves blessures accidentelles, dans les incisions de trajets fistuleux, dans les ouvertures d'abcès profonds, intra-articulaires ou autres.

» Sous l'influence de l'eau oxygénée, les plaies récentes faites avec le bistouri ou le thermocautère, les plaies anciennes même recouvertes de parties sphacélées, compliquées de lymphangite ou d'érysipèle, prennent rapidement un bon aspect et se couvrent de bourgeons rosés qui fournissent un pus assez abondant, mais crémeux et sans odeur. Nous avons également constaté une tendance favorable à la réunion par première intention des plaies d'amputation et une cicatrisation rapide des plaies anciennes et des ulcérations chroniques.

» Ce n'est pas seulement au point de vue local que nous av onsobtenu de bons résultats ; mais nous avons aussi constaté une notable amélioration, dans bon nombre de cas, au point de vue de l'état général, en particulier une diminution très marquée de la fièvre traumatique, ainsi qu'une très légère élévation du pouls et de la température.

» En résumé, les résultats que nous avons obtenus par l'emploi de l'eau oxygénée nous ont paru au moins aussi avantageux, sinon plus, que ceux que l'on peut retirer de l'alcool simple ou camphré et de l'acide phénique. Elle a, en outre, sur ce dernier, l'avantage de ne pas produire d'effets toxiques et de n'avoir pas de mauvaise odeur; son application n'est pas douloureuse.

» Ces résultats nous ont paru plus particulièrement avantageux dans les ulcères variqueux des membres, dans les abcès intra-articulaires, l'ozène, la cystite purulente.

» Nous possédons aujourd'hui près de cent observations qui confirment ce que nous venons d'avancer relativement aux bons effets de l'eau oxygénée. Aussi croyons-nous pouvoir terminer par les conclusions suivantes :

» 1° L'eau oxygénée, c'est-à-dire contenant selon les cas six à deux fois son volume d'oxygène, paraît devoir remplacer avantageusement l'alcool et l'acide phénique.

» 2° Elle peut être employée, à l'extérieur, pour le pansement des plaies et des ulcérations de toute nature, en injections, en vaporisations; à l'intérieur, chez un certain nombre d'opérés, dans un certain nombre d'affections chirurgicales ou autres.

» 3° Les résultats obtenus, même à la suite des grandes opérations, sont jusqu'ici des plus satisfaisants. Non seulement les plaies récentes, mais aussi les plaies anciennes et même couvertes de parties sphacélées,

marchent rapidement vers la cicatrisation. La réunion par première intention des plaies d'amputation paraît être favorisée par ce mode de pansement.

» 4° L'état général, de même que l'état local, semble heureusement influencé. La fièvre traumatique est plus modérée.

» 5° Les avantages de l'eau oxygénée sur l'eau phéniquée sont de ne pas avoir l'effet toxique, ni de mauvaise odeur; son application n'est nullement douloureuse.

» 6° Outre les plaies chirurgicales, les affections qui semblent le plus heureusement influencées par l'eau oxygénée sont les ulcérations de toute nature, les abcès profonds, l'ozène, la cystite purulente. »

M. **Paul Bert**, à la suite de cette Communication, fait observer qu'il y a, dans l'application chirurgicale de l'eau oxygénée, deux faits concomitants à considérer : d'abord la mort de tous les microbes, puis l'action sur la plaie de l'oxygène incessamment dégagé.

Il ajoute que des expériences sur l'action parasiticide de l'eau oxygénée sont commencées par lui et par M. P. Regnard, en ville et dans les hôpitaux. Elles ont déjà donné des résultats d'apparence favorable dans le traitement des teignes, des pytiriasis, etc. On fait aussi des essais sur la diphtérie.

Il appelle l'attention des praticiens sur ce fait que l'eau oxygénée, telle qu'on la trouve chez la plupart des fabricants de produits chimiques, contient une notable quantité d'acide sulfurique, si bien que son emploi ne serait pas sans danger.

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur un nouveau médicament cardiaque; propriétés physiologiques du* Convallaria maïalis (*Muguet de mai*). Note de MM. **G. Sée** et **Bochefontaine**, présentée par M. Vulpian [1].

« *Historique.* — L'usage des fleurs de muguet formait, de temps immémorial, chez les paysans russes, une légende populaire dans le traitement des hydropisies lorsque, dans le cours de l'année 1880, deux jeunes médecins, MM. Troïtsky et Bojojawlensky, puis M. d'Ary, tentèrent quelques essais à l'aide de cette plante. Six observations, qui restèrent inédites, et quelques expériences résumées dans le journal *Wrastch,* c'est tout ce qu'on

---

[1] Travail du laboratoire de clinique de l'Hôtel-Dieu.

apprit sur ce médicament, qui agit surtout, d'après ces remarques, sur les troubles nerveux du cœur et d'une manière inconstante sur la sécrétion urinaire.

» *Préparations.* — Toutes nos expériences sur les animaux ont été faites avec l'extrait de toute la plante de muguet, préparé par M. Langlebert, et le produit de l'évaporation d'une macération hydro-alcoolique de fleurs préparé par l'un de nous au laboratoire de l'Hôtel-Dieu. Des recherches cliniques ont été tentées aussi à l'aide de l'extrait de feuilles, qui est peu efficace, et de l'extrait de la plante totale, qui est une bonne préparation.

» *Expériences.* — On a tenté d'abord l'expérience en employant l'extrait de fleurs, qui est très actif, puis l'extrait de toute la plante, mélangés avec un égal volume d'eau et mis directement sur le cœur, ou bien injectés sous la peau, loin du cœur, chez les limaçons, les grenouilles, les écrevisses, les crapauds, les tortues. Sur les animaux à sang chaud, les cobayes, les lapins, les chiens, l'extrait a été employé en dissolution dans un volume d'eau plus considérable, et introduit sous la peau ou dans les veines.

» *Expériences sur les animaux à sang froid.* — Le cœur de la grenouille mis directement en contact avec une gouttelette d'extrait de muguet cesse de battre au bout d'une minute et demie à deux minutes, le ventricule en systole et les oreillettes en diastole, alors que l'animal conserve encore tous les *mouvements réflexes et spontanés.*

» Le même résultat se produit quelques minutes plus tard, lorsque la substance est insérée sous la peau.

» Les phénomènes sont identiques chez les autres animaux à sang froid; il faut remarquer cependant que le cœur du crapaud et celui de la tortue résistent beaucoup plus longtemps à l'action du muguet.

» *Effets physiologiques.* — Le muguet est donc un poison, qui, avec la digitale, l'upas-antiar, l'érythrophlæum, l'inée, etc., doit être rangé dans la classe des substances arrêtant le cœur en systole ventriculaire par opposition à celles qui, à l'instar de la muscarine, arrêtent le ventricule en diastole, ainsi que l'a indiqué M. Vulpian.

» *Expériences sur les animaux supérieurs.* — Chez les animaux supérieurs, et notamment chez le chien, il suffit d'injecter dans une veine d'un animal de taille moyenne quatre gouttes d'extrait pour déterminer la mort, par arrêt du cœur, dans l'espace d'une dizaine de minutes.

» *Effets physiologiques.* — Lorsqu'on emploie des doses non mortelles, les doses thérapeutiques auxquelles nous avons eu recours dans le traitement des maladies du cœur, on observe :

» 1° Une première série de phénomènes très remarquables caractérisés ainsi :

» (*a*) Ralentissement des mouvements du cœur.

» (*b*) Augmentation de la pression intra-vasculaire, de six centimètres de mercure, et souvent plus.

» (*c*) En même temps les mouvements respiratoires deviennent plus amples, et un peu moins fréquents.

» 2° Après cette première période, il en survient une autre, caractérisée par une irrégularité extrême dans le rythme et l'énergie des pulsations cardiaques. Il y a des intermittences du cœur, suivies de systoles rapides.

» La respiration, de plus en plus ample et ralentie, semble par instants sur le point de s'arrêter dans un mouvement de profonde inspiration. Le *pneumographe* indique alors des mouvements d'inspiration qui sont triplés d'étendue et produits par une série non interrompue de très petites convulsions des muscles inspirateurs.

» C'est alors qu'on voit survenir les vomissements qui accompagnent l'action habituelle des substances cardiaques.

» 3° Une troisième période se caractérise de la façon suivante. La pression sanguine augmente, et le pouls devient si rapide qu'il est impossible de le compter; en même temps il est très faible.

» L'amplitude des mouvements respiratoires augmente. On ne voit plus trace de ces mouvements sur les tracés hémodynamométriques.

» 4° Si la dose a été portée d'emblée au delà d'un chiffre variant selon les animaux, ou bien si le poison a été injecté à nouveau, si elle est mortelle en un mot, on voit la pression baisser, les respirations se ralentir considérablement, tout en devenant de plus en plus profondes.

» Enfin le cœur, de plus en plus affaibli, finit par s'arrêter, la pression tombant à zéro; puis les mouvements respiratoires cessent à leur tour.

» *Effets sur les nerfs et sur les muscles.* — (*a*) *Excitabilité générale.* Quand l'animal est mort, la *contractilité* des muscles *persiste* néanmoins, ainsi que l'excito-motricité des nerfs; le pouvoir réflexe des centres nerveux n'est nullement aboli.

» (*b*). Le nerf pneumogastrique paraît, au contraire, s'épuiser; chez le chien, de même aussi chez la tortue, lorsque la période d'empoisonnement est avancée, la faradisation des bouts thoraciques des nerfs vagues n'arrête plus aussi nettement les mouvements du cœur que chez les animaux à l'état normal.

» Au début de l'empoisonnement, les nerfs restent intacts, et la conval-

laria paraît porter son action directement sur le muscle cardiaque, en augmentant outre mesure l'activité contractile du ventricule.

» *Effets diurétiques.* — Ils sont nuls chez les animaux.

» *Applications cliniques.* — 1° La convallaria, sous des formes spéciales et à des doses précises, constitue un médicament cardiaque des plus puissants.

» 2° Elle ne présente aucun des inconvénients de la digitale.

» 3° Ce nouveau médicament présente *chez l'homme* des propriétés diurétiques supérieures à celles de tous les autres agents connus, et, par la diurèse qui se produit ainsi, on obtient généralement la disparition des hydropisies d'origine cardiaque. »

M. H. **Lemonnier** adresse un Mémoire intitulé : « Sur la recherche d'une intégrale complète de l'équation aux dérivées partielles du premier ordre et le problème inverse ».

M. Ch.-V. **Zenger** adresse une Note portant pour titre : « La solution logarithmique des équations numériques. »

La séance est levée à 5 heures un quart.

D.

// COMPTES RENDUS
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 JUILLET 1882.
PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 JUILLET 1882.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président de l'Institut** invite l'Académie à faire choix d'un de ses Membres pour la représenter, comme lecteur, dans la séance publique annuelle des cinq Académies, qui aura lieu le 25 octobre prochain.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'équation différentielle qui donne immédiatement la solution du problème des trois corps jusqu'aux quantités de deuxième ordre inclusivement.* Note de M. **Hugo Gyldén.**

« Le principe que je mets en tête des recherches sur les mouvements des corps célestes est celui-ci : tenir compte, dès la première approximation, des termes de deuxième ordre par rapport aux forces perturbatrices. La méthode de M. Hansen pour réduire les équations différentielles du problème aux quadratures n'est donc plus convenable. Voici comment on peut procéder pour avoir des résultats plus exacts.

» Dans l'équation (¹)

$$\frac{d^2\chi}{dv_0^2} = \Sigma A_{s,s'} \sin(\lambda_{s,s'} v_0 + s\chi + B_{s,s'}) + \Pi,$$

(¹) Voir *Comptes rendus*, t. XCII, p. 1264.

où l'on a mis en évidence la fonction Π, on peut la regarder comme étant du deuxième ordre. En effet, les termes non compris sous le signe Σ sont multipliés par ρ ou par T, l'influence de la variation de l'inclinaison étant supposée négligeable; on peut donc mettre la fonction Π sous la forme

$$\Pi = \Pi_1 \rho + \Pi_2 \mathrm{T},$$

où Π_1 et Π_2 désignent deux fonctions connues du premier ordre.

» En ne considérant, dans le résultat, que des termes du second ordre, on peut utiliser l'expression

$$\mathrm{T} = 2\int r_0 \rho \, d\tau = \frac{2}{\sqrt{c_0}} \int r_0^3 \rho \, dv_0,$$

ce qui nous donne

$$\Pi = \Pi_1 \rho + \frac{2}{\sqrt{c_0}} \Pi_2 \int r_0^3 \rho \, dv_0.$$

» En vertu de cette valeur, on tire de l'équation ci-dessus un résultat de la forme suivante [1] :

$$\frac{d\chi}{dv_0} = \mathrm{N}_0 + \int \mathrm{N}_1 \rho \, dv_0 + \int \mathrm{N}_2 \, dv_0 \int \mathrm{N}_3 \rho \, dv_0,$$

où N_0, N_1, N_2 et N_3 sont des fonctions connues.

» Soit maintenant

$$\int \mathrm{N}_2 \, dv_0 = \mathrm{M},$$

de sorte qu'on ait

$$\int \mathrm{N}_2 \, dv_0 \int \mathrm{N}_3 \rho \, dv_0 = \mathrm{M} \int \mathrm{N}_3 \rho \, dv_0 - \int \mathrm{M N}_3 \rho \, dv_0,$$

on tire de l'équation précédente ce résultat

$$\frac{d\chi}{dv_0} = \mathrm{N}_0 + \int (\mathrm{N}_1 - \mathrm{M N}_3) \rho \, dv_0 + \mathrm{M} \int \mathrm{N}_3 \rho \, dv_0.$$

» En introduisant cette expression de $\frac{d\chi}{dv_0}$, ainsi que la valeur de T, dans l'équation (12) de mon premier Mémoire sur les mouvements des corps célestes, on obtiendra un résultat dont la forme est celle-ci :

$$(1) \qquad \left\{ \begin{aligned} \frac{d^2\rho}{dv_0^2} + (1 + \Psi_1)\rho = \Psi_0 &+ \mathrm{P}_1 \int \mathrm{Q}_1 \rho \, dv_0 \\ &+ \mathrm{P}_2 \int \mathrm{Q}_2 \rho \, dv_0 \\ &+ \ldots\ldots\ldots\ldots, \end{aligned} \right.$$

---

[1] Voir *Comptes rendus*, t. XCII, p. 1033.

et dans laquelle les termes à droite, à l'exception du premier, sont du deuxième ordre.

» Cela posé, nous allons considérer l'intégrale

$$\int U_i \rho \, dv_0,$$

où U_i désigne une fonction de v_0 encore à notre disposition. En y introduisant la valeur de ρ tirée de l'équation (1), à savoir :

$$\rho = \frac{\Psi_0}{1+\Psi_1} - \frac{1}{1+\Psi_1}\frac{d^2\rho}{dv_0^2} + \text{des termes de deuxième ordre,}$$

nous aurons

$$\begin{aligned}\int U_i \rho \, dv_0 &= \int \frac{U_i \Psi_0}{1+\Psi_1} dv_0 - \int \frac{U_i}{1+\Psi_1}\frac{d^2\rho}{dv_0^2} dv_0 + \ldots \\ &= \int \frac{U_i \Psi_0}{1+\Psi_1} dv_0 - \frac{U_i}{1+\Psi_1}\frac{d\rho}{dv_0} + \rho \frac{d\dfrac{U_i}{1+\Psi_1}}{dv_0} \\ &\quad - \int \rho \frac{d^2\dfrac{U_i}{1+\Psi_1}}{dv_0^2} dv_0 + \ldots,\end{aligned}$$

ou bien

$$\int \left(\frac{d^2\dfrac{U_i}{1+\Psi_1}}{dv_0^2} + U_i \right) \rho \, dv_0 = \int \frac{U_i \Psi_0}{1+\Psi_1} dv_0 - \frac{U_i}{1+\Psi_1}\frac{d\rho}{dv_0} + \rho \frac{d\dfrac{U_i}{1+\Psi_1}}{dv_0}.$$

» Déterminons maintenant les U_i de façon que les équations

$$(2) \qquad \frac{d^2\dfrac{U_i}{1+\Psi_1}}{dv_0^2} + U_i = Q_i \quad (i = 1, 2, \ldots)$$

soient satisfaites ; on aura, en négligeant toujours les termes du troisième ordre,

$$\int Q_i \rho \, dv_0 = \int \frac{U_i \Psi_0 \, dv_0}{1+\Psi_1} - \frac{U_i}{1+\Psi_1}\frac{d\rho}{dv_0} + \frac{d\dfrac{U_i}{1+\Psi_1}}{dv_0} \rho.$$

Au moyen de cette formule on transformera l'équation (1) de manière à obtenir le résultat suivant :

$$(3) \qquad \frac{d^2\rho}{dv_0} + Y \frac{d\rho}{dv_0} + Y_1 \rho = Y_0,$$

où Y, Y_1 et Y_2 désignent des fonctions connues de v_0, à savoir

$$Y = \frac{1}{1+\Psi_1}(P_1 U_1 + P_2 U_2 + \ldots),$$

$$Y_1 = 1 + \Psi_1 - P_1 \frac{d\dfrac{U_1}{1+\Psi_1}}{dv_0} - P_2 \frac{d\dfrac{U_2}{1+\Psi_1}}{dv_0} - \ldots,$$

$$Y_0 = \Psi_0 + P_1 \int \frac{U_1 \Psi_0}{1+\Psi_1} dv_0 + P_2 \int \frac{U_2 \Psi_0}{1+\Psi_1} dv_0 + \ldots$$

» Il nous reste à réduire l'équation (3) à la forme canonique; il y a, pour ce but, plusieurs moyens. Si l'on introduit, par exemple, une nouvelle fonction E au lieu de ρ, en posant

$$\rho = E e^{-\frac{1}{2}\int Y dv_0},$$

on aura

$$\frac{d^2 E}{dv_0^2} + \left(Y_1 - \frac{1}{4} Y^2 - \frac{1}{2}\frac{dY}{dv_0}\right) E = Y_0 e^{\frac{1}{2}\int Y dv_0}. \tag{4}$$

» Telle est l'équation demandée du second ordre, où sont négligés seulement des termes multipliés par les troisièmes puissances des forces perturbatrices. »

CHIMIE. — *Sur divers hydrates qui se forment par la pression et la détente.* Note de MM. L. CAILLETET et BORDET.

« Lorsque l'on comprime l'hydrogène phosphoré en présence de l'eau, dans le tube de l'appareil qui a servi à l'un de nous à liquéfier les gaz permanents, l'hydrogène phosphoré se liquéfie et vient flotter sur l'eau, qui en dissout une partie. En réduisant la pression, le gaz liquéfié repasse à l'état gazeux; mais si, au lieu de diminuer lentement la pression, on opère une brusque détente, on voit se former un corps blanc, cristallin, qui tapisse en un instant l'intérieur du tube laboratoire. Lorsqu'on enlève complètement la pression, ou même si on la diminue au delà d'un certain point, le corps disparaît en se dissociant, et des bulles gazeuses se dégagent en abandonnant des gouttelettes liquides sur les parois intérieures du tube.

» La formation et la dissociation du composé correspondent à des pressions parfaitement fixes pour des températures déterminées.

» Il arrive souvent qu'une première détente ne détermine pas la formation du corps solide; il faut, en effet, que l'abaissement de la température résultant de la détente soit suffisant pour permettre la formation d'un cristal qui provoque à son tour la cristallisation de toute la masse surfondue,

ainsi que M. Gernez l'a montré par ses intéressantes recherches. Dès que la cristallisation a été une fois obtenue, il est facile de l'obtenir de nouveau par une simple compression, grâce, sans doute, à la présence de cristaux infiniment petits qui restent dans le tube pendant un temps assez long.

» Le corps cristallin se dépose d'abord dans le tube sous forme de taches qui augmentent rapidement et ne forment plus bientôt qu'une couche uniforme. Ces taches s'étendent sous forme de rayons, en partant d'un centre, qui n'est autre qu'un cristal de très petites dimensions. Le composé ainsi obtenu est sans doute un hydrate de phosphonium; nous n'avons pu déterminer sa composition, à cause des difficultés toutes spéciales que présente cette analyse; nous avons constaté cependant qu'en plaçant dans le tube une quantité d'eau suffisante pour absorber tout le gaz, on peut ajouter une nouvelle quantité de liquide qui s'associe au composé lorsqu'on le reforme par la pression. Si cependant on opérait en présence d'un grand excès d'eau, le corps cristallisé resterait en suspension dans le liquide sans s'y dissoudre.

» Il est possible, en chauffant légèrement une partie du tube, de faire distiller le composé qui se dépose dans les parties les plus froides, sous forme de cristaux d'un assez grand volume et d'une netteté parfaite, que nous espérons pouvoir mesurer grâce à un dispositif que nous étudions.

» Nous avons déterminé avec un manomètre à azote, que l'un de nous a fait connaître depuis longtemps à l'Académie, les pressions correspondant à la formation du composé pour des températures données.

A + 2°,2	le composé se forme sous	2atm,8
4,0	»	3,0
6,8	»	3,9
9,0	»	5,1
11,0	»	6,7
14,0	»	8,9
15,0	»	9,8
17,0	»	11,0
20,0	»	15,1

» Enfin le point critique, soit la température au-dessus de laquelle le composé ne se forme plus sous une pression quelconque, correspond à + 28°.

» En comprimant des volumes égaux d'acide carbonique et d'hydrogène phosphoré en présence de l'eau, on obtient un corps blanc cristallin, sans résidu gazeux. Ce corps n'est pas un mélange d'hydrate de phosphonium et d'hydrate d'acide carbonique, que M. Wroblewski a récemment

découvert et étudié [1]; ce corps se détruit, en effet, au-dessous de + 7°, tandis que le composé que nous avons obtenu existe encore à + 22°.

» En comprimant de l'hydrogène phosphoré sec et du sulfure de carbone, on n'obtient aucune combinaison; mais, si l'on introduit un peu d'eau dans le tube, il se forme, par la détente, un composé blanc, solide et cristallin, qui se détruit en se dissociant par l'élévation de la température ou par la diminution de la pression.

» L'acide sulfhydrique se combine également à l'eau dans les conditions des expériences précédentes; le corps solide qu'on obtient se forme

	°		atm
A +	1,0	sous	2,0
	5,4	»	2,3
	8,0	»	3,0
	10,8	»	3,6
	12,2	»	4,7
	14,0	»	5,4
	15,5	»	6,6
	18,1	»	7,9
	22,8	»	11,0
	25,0	»	16,0

Le point critique est à + 29°, soit sensiblement le même que pour l'hydrate d'hydrogène phosphoré.

» En comprimant du gaz ammoniac en présence d'une dissolution saturée de ce corps, de nouvelles quantités de gaz se dissolvent lorsqu'on donne la pression, et les effets produits par la détente sont à peu près nuls, à raison de la trop grande compressibilité du système; mais, si l'on introduit dans le tube une certaine quantité d'air, la détente donne naissance à des vapeurs blanches, épaisses, qui tombent dans le tube sans reprendre l'état gazeux. Ce corps est sans doute un hydrate d'ammoniaque. Nous avons essayé de refroidir le tube jusqu'à — 11° sans obtenir le dépôt de ces vapeurs sur les parois du tube.

» Il est vraisemblable que plusieurs autres hydrates pourront être obtenus par la détente suivie d'une nouvelle compression; on réalise ainsi les deux conditions de la formation de ces corps, qui ont besoin d'une température basse pour se créer et d'une pression pour ne pas se dissocier.

» En publiant cette Note, notre but a été de prendre date, afin de nous réserver l'étude de ces corps singuliers, que nous nous proposons d'analyser, afin de nous assurer si le rapport du poids de l'eau et du gaz combinés

---

[1] *Comptes rendus*, t. XCIV, p. 212.

sont invariables ou bien si dans ces composés peu stables, qui semblent se former sans dégagement sensible de chaleur, une quantité d'eau plus ou moins grande ne pourrait pas se combiner à un volume de gaz donné ([1]). »

MÉMOIRES LUS.

ZOOLOGIE. — *Note sur les* Brisinga. Note de M. Edm. Perrier.

« En août 1853, Absjörnssen, draguant dans le Hardangerfjörd, ramena, de 100 à 200 brasses de profondeur, une grande Étoile de mer à laquelle il donna le nom de *Brisinga endecacnemos*. Les *Brisinga* ont été depuis retrouvées plusieurs fois, mais elles sont toujours demeurées de précieuses raretés. Les deux expéditions du *Travailleur* en ont mis entre nos mains un magnifique exemplaire presque complet, 16 disques bien conservés, 2 très jeunes individus et un grand nombre de bras isolés, mais entiers.

» Le nombre des espèces de *Brisinga* actuellement décrites est de trois : la *B. endecacnemos*, Absj., la *B. coronata*, O. Sars, et la *B. americana*, Verrill. Notre *Hymenodiscus Agassizii* est, en outre, un animal très voisin des vrais *Brisinga*. La plupart des exemplaires recueillis par le *Travailleur* dans l'Atlantique se rapprochent considérablement de la *B. coronata*, sans être cependant complètement identiques aux types décrits par Sars. D'autre part, notre grand échantillon se rapproche de la *B. endecacnemos*, quoique s'écartant peu lui-même de nos autres exemplaires. Cela vient à l'appui de l'idée quelquefois émise, que les *B. coronata* et *endecacnemos* ne sont que deux formes différentes d'une même espèce. Les *Brisinga* ont été retrouvées contre toute attente dans la Méditerranée, et là encore les exemplaires recueillis ont tous les traits essentiels de la *B. coronata*. Il est d'ailleurs évident que la *B. coronata*, en passant dans la Méditerranée, a subi de réelles modifications dans ses proportions, qui sont beaucoup plus grêles et qui pourraient justifier la création d'une espèce nouvelle qu'on pourrait appeler *B. mediterranea*. Mais il est plus probable que les deux espèces décrites dans l'Atlantique et celle de la Méditerranée n'en forment qu'une seule.

» Au contraire, une autre forme recueillie dans l'Atlantique, en 1880, et que nous appellerons *B. Edwardsii*, est certainement distincte. Les bras, chez cette espèce, sont couverts de plaques imbriquées, contiguës, sans épines,

---

([1]) Ces expériences ont été faites au laboratoire de M. Debray, à l'Ecole Normale supérieure.

formant des séries d'arceaux dont les extrémités viennent s'appuyer sur chaque pièce adambulacraire; ces pièces sont elles-mêmes plus raccourcies que dans les autres espèces et portent des épines à sommet évasé.

» La comparaison des espèces d'*Hymenodiscus* et de *Brisinga* conduit à des conclusions importantes touchant la valeur morphologique relative des diverses parties du squelette des Étoiles de mer.

» Chez l'*Hymenodiscus*, à l'âge où nous l'avons vu, tout le squelette est réduit aux pièces ambulacraires et adambulacraires. Ces pièces sont donc les seules que l'on puisse considérer comme réellement typiques chez les Astéries. Chez les autres espèces de *Brisinga*, à ces pièces fondamentales viennent s'ajouter les pièces du squelette dorsal, se disposant en arceaux plus ou moins espacés; mais ces arceaux se montrent seulement dans la région renflée des bras qui contiennent les glandes génitales. De plus, chez les *Hymenodiscus* encore dépourvus de glandes génitales, bien que d'assez grande taille, ce squelette dorsal des bras manque complètement. Il manque aussi aux très jeunes *Brisinga*, ou se trouve à peine marqué chez elles, tant que les glandes génitales sont encore rudimentaires. On doit en conclure qu'il représente simplement un appareil de protection des glandes génitales et cette conclusion s'étend naturellement aux autres Astéries dont le squelette dorsal, d'ailleurs si variable, perd ainsi toute signification typique.

» Les bras, chez les *Brinsinga*, ne se complètent encore qu'à l'apparition des glandes génitales. Le disque est, au contraire, formé de bonne heure et se constitue autour du sac digestif, dont les prolongements vers les bras ne se montrent que plus tard. Ces divers faits sont absolument conformes à la théorie des Echinodermes que nous avons proposée dans notre Ouvrage les *Colonies animales*, théorie qui conduit à voir dans ces êtres, comme dans les Méduses et les Coralliaires, le résultat de la soudure d'individus reproducteurs, habituellement au nombre de cinq, autour d'un individu nourricier central.

» Mais, avec l'âge, le disque subit lui-même des changements considérables.

» Dans l'un des jeunes individus que nous avons pu étudier, il est constitué par une pièce centrale et neuf grandes pièces triangulaires, contiguës, arrivant presque au contact de la pièce centrale, couvrant avec elle toute la surface du disque, le débordant même et faisant saillie dans l'intervalle des bras, avec lesquels elles alternent. Toutes ces plaques, et notamment les interbrachiales, portent de grandes épines mobiles; quelques plaques plus petites, alternant avec elles et évidemment de formation nouvelle, existent déjà entre elles et la pièce centrale.

» Cette constitution du disque, rappelant celle du calice d'un Crinoïde qui aurait neuf bras, contraste singulièrement avec la structure du disque des *Brisinga* adultes, réduit à un tégument soutenu par un anneau de pièces calcaires.

» Voici comment s'accomplit le passage d'une forme à l'autre : l'accroissement du disque se fait par l'écartement et la dissociation des pièces qui constituaient sa partie centrale; les pièces interbrachiales sont ainsi refoulées constamment vers le bord du disque; en même temps, elles se réduisent de plus en plus, viennent se placer exactement dans l'angle des bras, cessent ainsi peu à peu de faire partie du squelette du disque et finissent par constituer les odontophores.

» Ainsi les odontophores sont les restes des pièces du premier rang du disque primitif de la *Brisinga*. L'identité évidente du plan d'organisation des *Brisinga* et des Astéries proprement dites rend la même conclusion probable pour les autres Étoiles de mer. Sur l'une de ces plaques de premier rang du disque se forme toujours la plaque madréporique ; ceci appelle une comparaison imprévue. Chez les *Brisinga*, le refoulement des pièces constituant le disque primitif s'arrête, lorsque ces pièces arrivent sur le bord externe de l'anneau buccal ; mais que les phénomènes d'accroissement aient été assez actifs pour refouler toutes ces pièces sur la face ventrale, la plaque madréporique y passera avec elles, et l'on aura une Astérie dont la face ventrale du disque sera identique à celle qu'offrent toutes les Ophiures. Le développement des *Brisinga*, qui confine d'une part avec celui des Crinoïdes, établit donc, d'autre part, un singulier rapprochement entre deux autres grandes classes d'Échinodermes, les Ophiurides et les Stellérides. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur les lois de l'activité du cœur.* Note de M. **Dastre.**

« Le jeu du cœur est régi par deux lois que les physiologistes connaissent sous le nom de *loi de la variation périodique de l'excitabilité* (Marey) et de *loi de l'uniformité du travail ou du rythme* (E. Cyon, Marey). Je me suis proposé de faire l'analyse expérimentale de ces propriétés : de savoir, le cœur étant un organe complexe musculaire et nerveux, à laquelle de ces deux parties l'une et l'autre propriété devaient être attribuées, d'en chercher l'explication et enfin d'en déduire les conditions ou causes du mouvement rythmé. Je crois établir que la première est un attribut, une manière d'être du muscle ; que la seconde est un attribut de l'appareil nerveux.

» I. M. Marey a montré que, dans le cours d'une révolution, le cœur (tortue, grenouille) passait périodiquement par deux états : pendant la contraction, il est réfractaire aux excitations, qui, appliquées un peu plus tard, pendant le relâchement, provoquent un battement nouveau intercalé dans la série de ses battements rythmiques. L'excitabilité varie périodiquement : très faible pendant que le cœur se contracte, elle croît régulièrement pendant tout le temps qu'il est relâché.

» La propriété avait été reconnue pour le cœur entier (nerfs et muscles). Nous l'avons recherchée ([1]) dans le muscle seul (pointe de ventricule) Cette pointe est naturellement inerte : elle ne bat pas. Un artifice, l'emploi de courants d'induction fréquemment interrompus, la fait battre rythmiquement. Lorsque les battements sont devenus réguliers, on surprend le muscle aux différentes périodes de sa révolution par une décharge snpplémentaire. On a soin que cette décharge ne rompe pas le rythme du courant excitateur : pour cela on supprime brusquement une résistance électrique intercalée dans le circuit inducteur. Si l'on a soin de remplir les conditions nécessaires pour que l'excitation surajoutée soit toujours identique à elle-même, on vérifie que le muscle cardiaque, comme le cœur entier, est réfractaire pendant la systole et excitable pendant la diastole. La loi d'inexcitabilité périodique est donc véritablement une loi musculaire. L'excitabilité du muscle cardiaque augmente régulièrement, depuis le début du relâchement jusqu'à la fin. Quant à la phase systolique, la variation d'excitabilité pendant sa durée est plus difficile à caractériser. Il nous a paru que, contrairement à ce qui a été dit à propos du cœur tout entier, l'excitabilité décroît d'une manière continue pendant la phase systolique. La courbe de l'excitabilité serait représentée par le graphique même de la contraction renversé.

» La loi de la variation périodique d'excitabilité, appliquée au muscle, permet d'expliquer légitimement, ainsi que M. Marey l'avait fait par avance, deux des propriétés spéciales du muscle cardiaque, à savoir : 1° d'exécuter des mouvements discontinus pour une excitation continue (Heidenhain, Ranvier, Dastre et Morat); 2° de réagir à des excitations rythmées en prenant un rythme de mouvement différent (Eckhardt, Bowditch, Dastre et Morat).

» Les travaux d'un grand nombre de physiologistes ont solidement

---

([1]) Ces expériences ont été faites en collaboration avec le Dr Arturo Marcacci, assistant à l'Institut physiologique de Turin.

établi l'idée que le mouvement rythmé est une propriété adéquate du muscle cardiaque. Il restait à savoir quelles sont normalement les excitations continues ou intermittentes qui permettent au muscle cardiaque de traduire en fait son aptitude au mouvement rythmique.

» La plus remarquable de ces excitations est celle de la pression. M. Marey d'abord, puis J.-M. Ludwig et Luchsinger, M. Foster et Gaskell ont mis en évidence l'action excitatrice de la pression sur le muscle cardiaque. Une pression suffisante peut provoquer les mouvements du muscle cardiaque immobile. Cette même propriété appartient à d'autres muscles creux de la vie organique, tels que l'uretère. Une de nos expériences montre que les variations périodiques de la pression qui se produisent normalement dans le cours d'une révolution cardiaque sont précisément aptes à entretenir le rythme des contractions. On conjugue deux cœurs isolés : par exemple, un cœur de tortue intact et un cœur de grenouille préparé à la façon de Bernstein ; lorsque les tubes sont réunis, la pression engendrée par la contraction du premier se fait sentir périodiquement dans l'autre. La pointe du cœur de grenouille, tout à l'heure immobile, se met à battre avec le rythme du cœur de tortue, tandis que la base avec les oreillettes conserve son rythme propre.

» Les propriétés du muscle et les alternatives de la pression suffisent donc à entretenir les battements du cœur.

» A cet appareil musculaire essentiel au rythme s'en ajoute un second qui est accessoire, c'est le système nerveux intra-cardiaque, véritable système de perfectionnement, et enfin, au-dessus de cet appareil, et agissant de la même manière, un autre encore renforçant l'action du précédent, le système nerveux (modérateur et accélérateur) extra-cardiaque ou extrinsèque.

» L'explication de la loi de la variation périodique d'excitabilité résulte des mêmes faits et d'une autre expérience qui consiste à établir la conjugaison croisée de deux cœurs, l'un normal, l'autre préparé à la façon de Bernstein. La pression, stimulant promoteur du rythme, n'a d'action que si elle s'exerce à l'intérieur : appliquée à l'extérieur, elle ne détermine pas la pointe immobile à entrer en action. Son efficacité paraît due, par conséquent, à ce qu'elle se comporterait comme un agent mécanique de distension. L'excitabilité du cœur s'accroît pendant la phase diastolique, parce que la distension active ou élastique produit par elle-même une stimulation. Cette stimulation, qui vient s'ajouter à celles qui sollicitent d'autre part le muscle cardiaque, à ce moment, fait paraître celles-ci plus efficaces.

» II. *Loi de l'uniformité du rythme du cœur.* — M. Marey a observé que, lorsque l'on trouble le rythme normal du cœur (grenouille) en provoquant artificiellement une contraction nouvelle, *après chaque systole provoquée, il se produit un repos compensateur qui rétablit le rythme du cœur un instant altéré.*

» Nous nous sommes proposé d'étudier quelques-unes des circonstances de ce phénomène et, en particulier, de savoir s'il manifeste une propriété du muscle ou une propriété de l'appareil nerveux cardiaque. Voici les faits :

» 1° Lorsque l'on opère sur le cœur entier, les excitations efficaces ou inefficaces, qu'elles produisent un travail additionnel ou non, peuvent être suivies d'une pause manifeste. Ce repos est un phénomène indépendant du travail musculaire;

» 2° Lorsque, au contraire, l'on excite le muscle cardiaque seul, entretenu artificiellement en mouvement parfaitement régulier, ces excitations, efficaces ou non, ne sont point suivies de repos.

» Le repos compensateur est donc le fait de l'appareil nerveux intracardiaque. Celui-ci, outre sa fonction d'auxiliaire du système musculaire, présiderait à la régulation du travail du cœur [1]. »

MÉDECINE. — *Acné indurata généralisé, contagieux, ayant pour origine un acné varioliforme ou varioloïde.* Note de M. Ch. Brame.

« Après avoir rappelé que c'est à M. Caillaux et surtout à M. Hardy qu'on doit la démonstration que l'acné varioliforme ou varioloïde est contagieux, ce que M. Hardy attribue, avec raison, à la présence d'un mycoderme qu'il a découvert dans la pustule d'acné varioloïde, j'établis que l'acné indurata engendré par l'acné varioloïde peut être également contagieux.

» I. Un jeune homme, employé chez un marchand de foin en gros, à Saumur, contracte, par suite de sa profession, un acné varioloïde, à pustules très nombreuses, répandues sur les deux mains. Non seulement il lui est survenu, à la suite de cet acné varioloïde, un acné indurata sur les avant-bras, les bras, les fesses, les lombes, les cuisses et les jambes; mais, ayant couché successivement avec deux proches parents, il leur a communiqué cet acné indurata, qui est apparu sur les mêmes parties du corps. Le premier jeune homme ayant été

---

[1] Ce travail a été fait dans le laboratoire de Physiologie de la Sorbonne (P. Bert).

guéri de l'acné varioloïde aux mains, a été repris, à la suite de quelques nuits passées en plaisir, d'acné indurata aux mains et sur d'autres parties du corps.

» Or, j'ai inoculé l'exsudat pris au bout d'une lancette sur les deux jeunes gens affectés primitivement d'acné indurata, et une fois chez l'un, à plusieurs reprises chez l'autre, j'ai reproduit des pustules d'acné indurata acuminé. Au microscope, l'exsudat montre de nombreux globules blancs voisins, mais on n'y voit pas de tubes.

» Le traitement de l'acné varioloïde a consisté d'abord, à cause des ulcères qui l'accompagnaient, en sérat coaltarisé, avec addition de glycérine et de craie, que j'épongeais soigneusement avec du papier Joseph et que je faisais suivre d'un badigeonnage à l'iodure argentique, récemment préparé. Le troisième jour, j'appliquai le même traitement, mais auparavant je procédai à la ponction de chaque pustule; je continuai ce nouveau traitement pendant deux jours, après quoi je n'employai plus, après la ponction, que l'iodure argentique.

» Ce sont ces derniers moyens que j'appliquai aux autres parties du corps, siège de l'acné indurata.

» Au bout de huit jours, le jeune homme paraît guéri; mais il va à Vendôme, et, comme je l'ai dit, l'acné indurata reparaît plus discret, du reste, sur diverses parties du corps, et se montre aux mains. On le guérit définitivement en sept jours, à raison de dix ponctions par jour, suivies de l'application de l'iodure argentique.

» Ce jeune homme a été guéri par quinze applications du traitement.

» Deux mois après le premier sujet, je vois un autre jeune homme affecté d'acné indurata dans la partie indiquée précédemment. On pratique vingt-cinq ponctions par jour et l'application de l'iodure argentique, auquel on fait succéder, vers la fin, une solution alcoolique de tannin iodé. Ce jeune homme a été guéri par vingt-deux applications du traitement.

» Un troisième parent, âgé de treize ans, lui succède. Dès la troisième fois, après trente-cinq ponctions par jour, je fais succéder la solution alcoolique de tannin iodé à l'iodure argentique, et je guéris le sujet par six applications du traitement.

» Un bain d'amidon, ordonné dans les trois cas, à la suite de la guérison, en ne faisant pas reparaître l'affection, a permis de juger que cette guérison était complète.

» II. *Acné indurata, originairement contagieux.* — 1. Peu de temps après la guérison des trois premiers sujets, vint se soumettre à mon traitement un négociant, âgé de cinquante ans, qui portait sur le dos et les épaules, depuis quinze ans, un acné indurata; il en présentait environ cent pustules.

» Ayant eu l'idée qu'il pouvait y avoir un mycoderme dans les pustules, j'inoculai deux fois l'exsudat, pris sur la pointe d'une lancette, et deux fois je produisis des pustules d'acné indurata.

» Ayant examiné l'exsudat au microscope, à un grossissement de 300 diamètres, j'y constatai la présence de spores en grand nombre et de tubes en général très courbés, formant lacis, portant des spores assez rares, mais joints à de petits amas de spores et d'autres tubes isolés portant également des spores, recourbés et plus grands. J'ai dessiné ces divers objets, que j'ai réunis dans une planche, accompagnant ce travail. Je dénomme le mycoderme *Acné incurvata*.

» J'ai ponctionné d'abord les cent pustules, puis j'appliquai de l'iodure argentique. Je

renouvelai les ponctions sur un grand nombre de pustules, et je guéris le sujet en six fois, après plusieurs badigeonnages avec le tannin iodé, et le dernier jour avec une solution alcoolique de tannin iodé.

» 2. Peu de temps auparavant, je fus appelé près d'une jeune dame, qui présentait au menton une tumeur arrondie de $0^{m},01$ de diamètre, formée de quatre pustules d'acné indurata réunies. Je la traitai par la ponction et le badigeonnage à l'iodure argentique; elle allait bien, lorsque je fus obligé de m'absenter pendant quelques jours. La dame mit sur sa tumeur des cataplasmes de fécule, qui n'eurent d'autre effet que de faire naître cinq pustules d'acné indurata, à droite et à gauche de la tumeur.

» Je pris de l'exsudat au bout d'une lancette et j'inoculai deux fois les avant-bras; il se produisit des pustules d'acné indurata.

» De l'inflammation avec production de matière crustacée et de très petits ulcères s'étant développée, j'employai pour la combattre du cérat coaltarisé, glycériné, additionné de craie comme substitutif et obturateur, et je fis ensuite quelques ponctions, suivies de l'application de l'iodure argentique récemment préparé.

» 3. Une jeune fille de Paris avait le visage couvert de pustules d'acné indurata. Inoculée à un avant-bras, l'affection s'est reproduite.

» *Conclusions*. — 1° Non seulement l'acné varioliforme ou varioloïde est contagieux, mais il engendre un acné indurata, qui se transmet également par contagion à l'individu qui en est porteur ou à d'autres personnes.

» 2° L'acné indurata lui-même peut être contagieux originairement, et cela par la présence d'un mycoderme, que je dénomme *Acné incurvata*.

» 3° Le traitement de l'acné varioloïde doit surtout consister en ponctions de chaque pustule, suivies d'un badigeonnage à l'iodure argentique, récemment préparé, avec addition préalable de cérat, additionné de coaltar, de glycérine et de craie, s'il y a des ulcérations.

» 4° Le traitement de l'acné indurata, contagieux ou non, doit consister en ponctions plus ou moins répétées de chaque pustule, suivies de l'application de l'iodure argentique, récemment préparé, et, lorsque les pustules commencent à s'effacer, de celle d'une solution dans l'alcool à 96° de tannin iodé. On revient à l'iodure argentique, si la solution de tannin iodé produit une légère inflammation. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Ad. Joffroy** adresse deux rédactions d'un Mémoire sur l'Astronomie.

(Renvoi à l'examen de M. Faye.)

M. E. **Marhem** adresse, de Bruxelles, une Note relative à l'atmosphère lunaire.

(Renvoi à l'examen de M. Faye.)

M. E. **Maumené** adresse, en réponse à une Communication récente de M. *Combes,* une nouvelle Note concernant l'existence du composé AzH^2.

(Renvoi à l'examen de M. Wurtz.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Mémoire de M. *Fr. Siacci,* portant pour titre : « Théorème fondamental de la théorie des équations canoniques du mouvement ». (Extrait des Mémoires de la *Reale Accademia dei Lincei.*) (Présenté par M. Hermite.)

2° Un Volume de M. *Arthur Noël,* intitulé : « Essai sur les repeuplements artificiels, et la restauration des vides et clairières des forêts ».

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une équation linéaire aux dérivées partielles.* Note de M. G. **Darboux.**

« L'équation linéaire

$$(1) \qquad \frac{\partial^2 z}{\partial x\, \partial y} = \frac{m(1-m)}{(x-y)^2} z$$

a été l'objet d'un grand nombre de travaux : Euler, Lagrange, Laplace, Poisson et Riemann s'en sont successivement occupés. Elle se présente en Physique mathématique dans la théorie du son. On la rencontre aussi dans l'étude de différentes questions de Géométrie, en particulier de celles qui se rapportent à la représentation sphérique et aux systèmes orthogonaux. A tous ces titres, elle mérite une étude approfondie, et, d'ailleurs, si on la compare à l'équation

$$(2) \qquad \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0,$$

qui joue un rôle si important en Physique mathématique et dans la théorie des fonctions, on remarque qu'elle s'en distingue par un caractère

essentiel : tandis que les caractéristiques de l'équation (2) sont imaginaires, celles de l'équation (1) sont réelles et représentées par les équations

$$x = C, \quad y = C'.$$

» L'équation (1), dont je me propose de poursuivre l'étude, jouit d'une propriété fondamentale qui, je crois, n'a pas encore été signalée ; elle ne change pas quand on soumet les variables x, y à une même substitution linéaire quelconque. Par conséquent, de toute intégrale particulière

$$z = \varphi(x, y),$$

on pourra déduire la suivante :

$$z = \varphi\left(\frac{mx+n}{px+q}, \frac{my+n}{py+q}\right),$$

qui contiendra généralement trois constantes arbitraires. Par exemple, si l'on cherche les solutions fonctions de $\frac{y}{x}$, on trouve aisément l'intégrale particulière

$$z = \left(1 - \frac{y}{x}\right)^m F\left(m, m, 1, \frac{y}{x}\right).$$

» En effectuant une substitution linéaire, on obtiendra la solution plus générale

$$(3) \qquad \omega = \left[\frac{(y-x)(x'-y')}{(y-x')(x-y')}\right]^m F\left[m, m, 1, \frac{(y-y')(x-x')}{(y-x')(x-y')}\right],$$

qui a une grande importance dans la théorie de l'équation, et que Riemann a obtenue par des considérations indirectes.

» L'équation (1) est la seule, parmi celles qui sont linéaires, qui jouisse de la propriété précédente.

» Il résulte encore de cette première propriété que, si $\varphi(x, y)$ est une solution particulière de l'équation (1), il en sera de même des fonctions

$$\frac{\partial\varphi}{\partial x} + \frac{\partial\varphi}{\partial y}, \quad x\frac{\partial\varphi}{\partial x} + y\frac{\partial\varphi}{\partial y}, \quad x^2\frac{\partial\varphi}{\partial x} + y^2\frac{\partial\varphi}{\partial y}.$$

Ainsi chaque intégrale particulière donnera naissance, et de diverses manières, à une infinité de solutions nouvelles.

» Voici une seconde propriété fondamentale de l'équation (1). Elle est

un cas particulier d'une proposition relative à l'équation plus générale

$$\frac{\partial^2 z}{\partial x\, \partial y} = [f(x-y)+\varphi(x+y)]z,$$

sur laquelle je reviendrai. Désignons par $z_{m'}$ une intégrale particulière de l'équation (1), où l'on a remplacé m par m'. On aura

$$z_{m+1} = \frac{\partial z_m}{\partial x} - \frac{\partial z_m}{\partial y} - 2m\frac{z_m}{x-y},$$

c'est-à-dire que, si z_m désigne une solution quelconque de l'équation (1), le second membre de l'égalité précédente sera une solution de la même équation où l'on aurait changé m et $m+1$.

» Cette nouvelle propriété conduit à l'intégrale générale de l'équation (1), lorsque m est entier. Comme cette équation ne change pas lorsqu'on remplace m par $1-m$, on peut toujours supposer la constante m positive toutes les fois qu'elle est réelle; et si elle est entière, on aura pour l'intégrale générale

$$z_m = (x-y)^m \frac{\partial^{2m-2}}{\partial x^{m-1}\,\partial y^{m-1}}\left(\frac{X-Y}{x-y}\right),$$

dont le développement donne les résultats qu'Euler a fait connaître dans son *Calcul intégral*.

» Lorsque la constante m n'est pas entière, la propriété précédente ramène l'intégration de l'équation (1) au cas où la partie réelle de m serait comprise entre 0 et 1.

» On obtient alors, par l'emploi des intégrales définies, la solution

$$(4)\quad z = (y-x)^m \int_x^y \frac{\varphi(\alpha)\,d\alpha}{[(y-\alpha)(\alpha-x)]^m} + (y-x)^{1-m}\int_x^y \frac{\psi(\alpha)\,d\alpha}{[(y-\alpha)(\alpha-x)]^{1-m}},$$

qui a déjà été donnée sous une forme un peu différente par Poisson.

» En général, lorsqu'on trouve, par un procédé quelconque, des intégrales de la forme (4), on s'appuie sur ce qu'elles contiennent deux fonctions arbitraires pour affirmer que l'on a obtenu l'intégrale générale de l'équation à laquelle elles satisfont. Poisson a déjà mis en évidence le défaut de ce raisonnement, et il a fait connaître des formules qui paraissent contenir un nombre différent de fonctions arbitraires, suivant la manière dont on les écrit.

» Il me semble que l'on pourrait modifier comme il suit la définition de l'intégrale générale donnée par Ampère.

» Écartons d'abord les cas où le procédé suivi par l'intégration d'une équation donne évidemment toutes les solutions. Par exemple, on reconnaît immédiatement que l'équation

$$\frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y} = 0$$

ne peut admettre comme solution que la somme d'une fonction de x et d'une fonction de y. Mais le plus souvent on obtient les intégrales d'une équation par des méthodes indirectes qui ne permettent pas de reconnaître leur degré de généralité.

» Considérons une équation aux dérivées partielles du second ordre entre les variables z, x, y. Nous dirons que nous avons obtenu l'intégrale générale toutes les fois que les arbitraires contenues dans la définition de cette intégrale nous permettront de satisfaire à la condition suivante, que nous énonçons sous forme géométrique, à savoir que la surface représentant l'intégrale puisse passer par une courbe quelconque et être tangente, le long de cette courbe, à une développable quelconque donnée à l'avance.

» En me plaçant à ce point de vue, j'ai démontré que la formule (4) donne, toutes les fois que m est différent de $\frac{1}{2}$, l'intégrale générale de l'équation (1).

» Pour $m = \frac{1}{2}$, les deux termes de l'intégrale deviennent identiques; mais alors la méthode générale due à d'Alembert permet d'obtenir un terme nouveau, complétant l'intégrale générale.

» C'est en suivant une voie ouverte par Riemann que j'ai pu établir le résultat précédent. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le rapport de la circonférence au diamètre, et sur les logarithmes népériens des nombres commensurables ou des irrationnelles algébriques.* Note de M. F. **Lindemann**. (Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite.)

« Dans votre Mémoire sur la fonction exponentielle, vous démontrez l'impossibilité d'une relation de la forme

$$(1) \qquad N_0 e^{z_0} + N_1 e^{z_1} + \ldots + N_n e^{z_n} = 0,$$

les exposants z_0, z_1, ..., z_n étant supposés entiers, ainsi que les coefficients N_0, N_1, ..., N_n. L'étude de cet important Mémoire m'a conduit à chercher une généralisation de ce résultat en remplaçant tous les nombres entiers par des irrationnelles algébriques quelconques. Cependant on ne peut pas

avancer par une voie aussi directe, mais il faut commencer par des cas particuliers plus faciles à aborder.

» Pour point de départ j'ai pris vos relations

$$(2)\quad \begin{cases} \mathcal{A}_0 N_0 + \mathcal{A}_1 N_1 + \ldots + \mathcal{A}_n N_n = e^{z_1}\eta_1^0 N_1 + \ldots + e^{z_n}\eta_n^0 N_n, \\ \mathcal{B}_0 N_0 + \mathcal{B}_1 N_1 + \ldots + \mathcal{B}_n N_n = e^{z_1}\eta_1^1 N_1 + \ldots + e^{z_n}\eta_n^1 N_n, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ \mathcal{L}_0 N_0 + \mathcal{L}_1 N_1 + \ldots + \mathcal{L}_n N_n = e^{z_1}\eta_1^n N_1 + \ldots + e^{z_n}\eta_n^n N_n, \end{cases}$$

qui doivent subsister en vertu de l'équation (1) et dans lesquelles j'ai employé les mêmes notations dont vous vous êtes servi. La quantité $\mathcal{A}_k$ désigne donc une fonction entière de z_0 et z_k à coefficients entiers; de même $\mathcal{B}_k$ est une telle fonction de z_1 et de z_k, ..., $\mathcal{L}_k$ est une telle fonction de z_n et z_k; et l'on a, en posant $z_0 = 0$,

$$(3)\quad \begin{cases} 1.2.3\ldots(m-1)\eta_k^i = \displaystyle\int_0^{z_n} e^{-z}\frac{z^m f^m(z)}{z - z_i}\,dz, \\ \qquad f(z) = (z - z_1)(z - z_2)\ldots(z - z_n) \\ \qquad\quad = z^n + s_1 z^{n-1} + s_2 z^{n-2} + \ldots + s_n, \end{cases}$$

$s_1, s_2, \ldots, s_n$ étant des nombres entiers.

» En premier lieu, vous verrez que votre résultat continue d'être vrai si l'on a $N_1 = N_2 = \ldots = N_n (z_0 = 0)$. En effet, les premiers membres des équations (2) ne sont alors que permutés entre eux par les substitutions ormées avec les nombres $z_1, z_2, \ldots, z_n$; ils sont donc les racines d'une équation de la forme

$$\varphi^{n+1} + M_1\varphi^n + M_2\varphi^{n-1} + \ldots + M_{n+1} = 0,$$

à coefficients entiers (en particulier, le premier membre de la première équation est lui-même entier). Or les seconds membres de (2) décroissent indéfiniment lorsque m augmente; il s'ensuit que, à partir d'une certaine valeur de m et pour toutes les valeurs plus grandes, les équations $M_1 = 0$, $M_2 = 0$, ..., $M_{n+1} = 0$ soient satisfaites rigoureusement, leurs premiers membres étant des nombres entiers. Par conséquent, les premiers membres des équations (2) doivent aussi s'évanouir pour les mêmes valeurs de m, d'où l'on déduirait que le déterminant, désigné par δ dans votre Mémoire, devait être nul, ce qui est impossible lorsque les racines z_i sont différentes les unes des autres et toutes différentes de zéro. Ainsi, l'impossibilité d'une relation $N_0 + N_1\Sigma e^{z_i} = 0$ se trouve démontrée.

» Cela posé, il est aisé de voir que des raisonnements analogues s'appliquent au cas où les quantités z_i se répartissent en plusieurs groupes, celles d'un même groupe satisfaisant à une même équation irréductible; seulement, il faut maintenant supposer que, dans (1), toutes les expressions $\mathcal{A}_k$, $\mathcal{B}_k$, ..., $\mathcal{L}_k$, dont les indices k se réfèrent aux racines de l'un de ces groupes, soient multipliées par un même nombre N. C'est au théorème suivant qu'on se trouve ainsi conduit :

» *Lorsque s fonctions entières de z, irréductibles et différentes les unes des autres, sont représentées par* $f_1(z)$, $f_2(z)$, ..., $f_s(z)$, *que chacune d'elles soit de la forme* (3) *et à coefficients entiers; que les racines de* $f_i = 0$ *soient désignées par* Z_i, Z'_i, Z''_i, ..., *et que l'on fasse*

$$\Sigma e^{Z_i} = e^{Z_i} + e^{Z'_i} + e^{Z''_i} + \ldots,$$

aucune relation de la forme

$$N_0 + N_1 \Sigma e^{Z_1} + N_2 \Sigma e^{Z_2} + \ldots + N_s \Sigma e^{Z_s} = 0 \tag{4}$$

ne peut avoir lieu, N_0, N_1, ..., N_s *étant des entiers qui ne doivent pas tous être nuls simultanément; un seul cas d'exception se présente si l'une des fonctions* f_i *est égale à z, par exemple* $f_1 = z$, *et qu'en même temps*

$$N_0 + N_1 = 0, \quad N_2 = N_3 = \ldots = N_s = 0.$$

» A l'aide de cette proposition, on peut encore établir l'impossibilité de votre relation (1), en supposant maintenant que, z_0, z_1, ..., z_n, étant différents entre eux, soient des nombres rationnels ou des irrationnelles algébriques quelconques et en désignant de même par N_i des nombres algébriques quelconques qui ne sont pas tous nuls simultanément; car on serait conduit précisément à une relation de la forme (4) en multipliant le premier nombre (1) par toutes les expressions qui s'en déduisent par les substitutions formées avec les racines des équations $f_i = 0$ satisfaites par les irrationnelles z et N. D'abord, il est vrai, ces nombres sont supposés entiers et les fonctions f_i de la forme (3); mais on voit aisément que l'on peut laisser de côté cette restriction. De là ces conséquences particulières.

» Le nombre π, rapport de la circonférence du cercle au diamètre, est un nombre transcendant.

» Les logarithmes népériens de tous les nombres rationnels, l'unité seule exceptée, et de toutes les irrationnelles algébriques, sont des nombres transcendants. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Rectification à une Communication antérieure sur les intégrales eulériennes.* Note de M. J. TANNERY.

« Dans l'avant-dernier numéro des *Comptes rendus* (26 juin), à propos du développement en fraction continue de la fonction $Q(x)$ introduite par M. Prym, j'ai signalé une proposition relative à la limite du rapport de deux séries ordonnées suivant les puissances entières et positives de x, à coefficients positifs, et qui deviennent divergentes pour la même valeur de la variable; je viens d'apprendre et je me hâte de dire que cette proposition, avec quelques autres du même genre, a été donnée par M. Appell dans l'*Archiv der Mathematik und Physik von Grünert* de 1881 (p. 387).

» Je n'avais cité de M. Appell qu'une Note antérieure, insérée dans les *Comptes rendus* de l'année 1879. »

OPTIQUE. — *Sur les conditions d'achromatisme dans les phénomènes d'interférence.* Note de M. A. HURION, présentée par M. Cornu.

« Une Note récente ([1]) contient la description d'une méthode expérimentale permettant de montrer l'existence d'une frange achromatique dans les phénomènes d'interférence produits avec la lumière blanche. D'après les conseils de M. Cornu, j'ai cherché à étendre la vérification du principe, par lui énoncé, au cas d'un corps très dispersif, tel que le sulfure de carbone. En interposant sur le trajet d'un des faisceaux interférents une mince couche de ce liquide et examinant le spectre cannelé produit, on trouve qu'il comprend 29,5 franges entre la raie C et la raie D et 95,7 franges entre la raie C et la raie F. Si, d'autre part, on prend pour indices de réfraction du sulfure de carbone les nombres donnés par Verdet ([2]), on trouve qu'il a dû passer 256 franges sur la raie D, quel que soit celui des nombres précédents qu'on utilise dans le calcul. On produit alors la compensation apparente, on supprime la couche liquide et l'on observe le nouveau spectre cannelé qui comprend 71 franges entre la raie C et l'une des raies b. On en conclut que le déplacement du miroir a fait passer 297 franges sur la raie D. Mais, d'après les formules établies, il faut diviser

([1]) *Comptes rendus*, t. XCIV, p. 1345.

([2]) VERDET, *Œuvres complètes*, t. Ier, p. 245.

ce nombre par l'expression

$$\left(1 - \frac{\lambda}{m-1}\frac{dm}{d\lambda}\right)$$

pour le comparer au nombre précédemment trouvé. Les constantes des formules de dispersions, calculées en partant des nombres de Verdet, donnent le nombre 1,143 pour valeur numérique du coefficient en question, et le quotient $\frac{297}{1,143}$ est égal à 259. La petite différence entre le nombre observé et le nombre calculé ne doit pas surprendre, car les indices de réfraction du sulfure de carbone varient très rapidement avec la température.

» Mais il y a plus, dans le cas actuel, l'existence d'un maximum de différence de marche entre les rayons jaunes interférents se traduit aux yeux par un phénomène particulier. Tout d'abord, si, après avoir produit la compensation, on regarde à la loupe les franges qui sont alors ramenées dans le champ, on constate qu'elles manquent toujours de netteté, quelles que soient les précautions prises. Si l'on substitue à la loupe un petit spectroscope, à vision droite, dont la fente est perpendiculaire aux franges, on voit le prisme sillonné de bandes noires. Ces bandes, au lieu d'aller en s'épanouissant légèrement du violet au rouge, affectent la forme de courbes ressemblant vaguement à des arcs d'hyperbole, dont le sommet est situé dans la partie du spectre voisin de la raie D. Ces courbes tournent leur convexité du côté du faisceau qui n'a point traversé le liquide et se trouve alors en retard sur l'autre. Les mêmes apparences s'observent lorsqu'on remplace dans l'expérience la couche liquide par une lamelle de microscope, mais la courbure des franges est beaucoup moins accusée.

» On peut, ce me semble, expliquer comme il suit les phénomènes observés. Tout d'abord, si l'on évalue e retard, entre le faisceau qui se meut dans l'air et celui qui traverse le liquide, on voit que ce retard doit passer par un maximum dans la lumière jaune, lorsqu' on est dans le voisinage de la range achromatique. De plus, en examinant ce qui se passe le long d'une droite horizontale coïncidant avec la fente du spectroscope, on doit trouver quelque part sur cette ligne, et du côté du faisceau en retard, un point pour lequel la différence de marche des deux rayons interférents est très voisine de zéro. D'après cela, considérons un point, situé près de la frange achromatique et pour lequel il se produit, dans la lumière jaune, une frange noire d'un certain ordre; les rayons rouges et verts qui interfèrent au même point présenteront une différence de marche moindre. Si donc on veut retrouver, pour ces couleurs, la frange noire de même ordre

que la précédente, il faut s'éloigner un peu plus du point qui correspond au retard sensiblement nul, de façon à augmenter le retard optique d'un certain retard géométrique. Voilà pourquoi les franges vues à la loupe manquent toujours de netteté. Le spectroscope, en séparant les couleurs, donne des franges noires qui sont plus éloignées du faisceau en retard pour le rouge et le vert que pour la lumière jaune : de là les apparences particulières observées. »

M. **Cornu**, à l'occasion de cette Communication, fait remarquer que toutes les particularités signalées par l'auteur sont prévues par la théorie (*Comptes rendus*, t. XCIII, p. 812) parmi les *propriétés de la ligne achromatique*. En ce qui concerne la forme des franges observées avec un spectroscope, la théorie en fournit l'équation, à savoir $\varphi = \text{const.}$, en prenant comme abscisse la variable désignée par u (p. 811), et comme ordonnée la longueur d'onde λ, ce qui revient à supposer que le spectroscope présente la loi de dispersion normale.

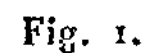
CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Appareil permettant d'enregistrer sous forme de courbe continue le dégagement ou l'absorption des gaz, et en particulier ceux qui résultent des phénomènes de fermentation et de respiration.* Note de M. **P. Regnard**, présentée par M. Paul Bert.

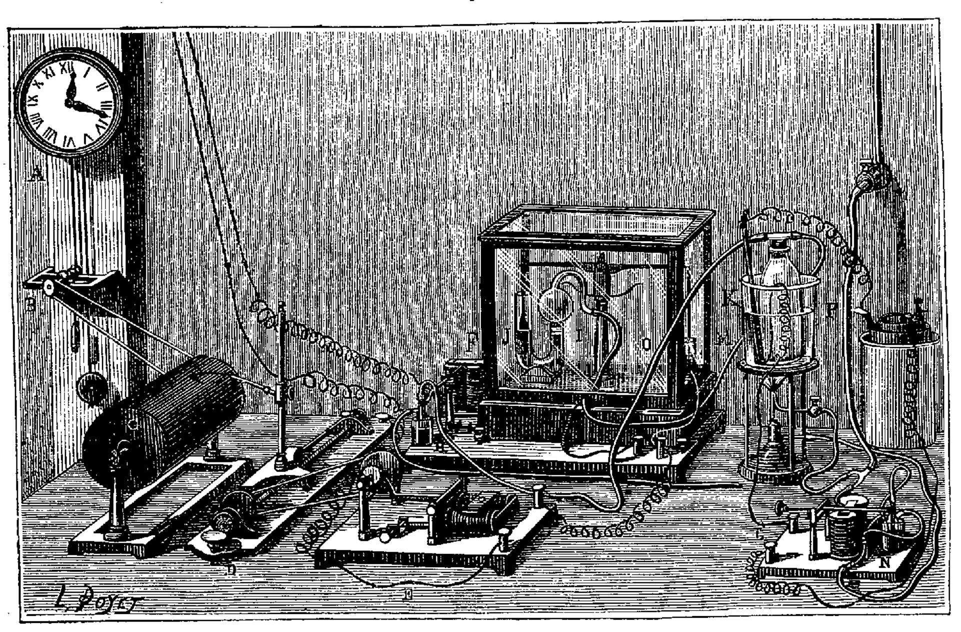
« Il peut être, dans certaines circonstances, intéressant de connaître l'intensité des phénomènes chimiques en fonction du temps, d'étudier leur marche aux différentes phases d'une réaction. Plusieurs méthodes peuvent être employées dans ce but; mais, dans le cas particulier du dégagement ou de l'absorption des gaz, un appareil spécial nous a permis d'utiliser la méthode graphique, qui, seule, peut noter toutes les phases d'un phénomène sans l'interrompre ni le modifier.

» L'appareil que nous allons décrire nous a permis d'enregistrer toute espèce de dégagement gazeux ; il nous a servi à mesurer l'intensité d'un certain nombre de réactions de Chimie minérale, à obtenir le graphique de la marche d'une pile décomposant l'eau, d'un accumulateur se déchargeant, le fonctionnement d'un dialyseur déplaçant une certaine quantité de gaz, etc. Mais la nature même de nos travaux habituels fait que nous l'avons employé d'abord à l'étude du dégagement d'acide carbonique dans les phénomènes de fermentation et de putréfaction, et à l'absorption d'oxygène dans la respiration des animaux.

» 1° *Appareil destiné à enregistrer la marche du dégagement gazeux dans les fermentations.* — C'est sur un cylindre tournant G, couvert d'une feuille de papier enduite de noir de fumée, qu'un style viendra tracer la courbe de la fermentation.

» Ce cylindre est mû lentement par une horloge : un mécanisme fort simple nous permet de réaliser à peu de frais ce mouvement très régulier. Nous nous servons d'une horloge ordinaire A, la corde qui en soutient le poids s'enroule autour d'un treuil B qui tourne régulièrement à mesure que descend le poids. Ce treuil (*fig.* 1), au moyen d'une cordelette de trans-


Fig. 1.



mission, entraîne le cylindre dans son mouvement : il suffit d'augmenter la puissance du poids de l'horloge pour conduire des cylindres aussi lourds et aussi volumineux que l'on veut, ce qui est impossible avec les appareils en usage aujourd'hui.

» En K se trouve un flacon de verre dans lequel se passe la fermentation. Ce flacon est tenu à une température constante par un thermomètre électrique M et un régulateur N actionné par la pile P. Nous ne reviendrons pas sur la description de ce régulateur, que nous avons déjà fait connaître : qu'il suffise de savoir que dans la *fig.* 1 les organes M, K, P, N n'ont d'autre but que de maintenir le bain à une température fixe.

» Le flacon communique par deux tubes : 1° avec un manomètre à eau J, 2° avec une petite cloche H plongée dans du mercure. Quand, par suite de la fermentation, les gaz viennent à se dégager dans le flacon fermé, le flotteur placé sur l'eau du manomètre s'élève et il entraîne avec lui le bras de la balance auquel il est attaché. Le bras opposé s'abaisse et un fil de platine qui le termine vient plonger dans un godet de mercure O. Ce contact ferme le courant d'une pile placée dans une pièce voisine et dont les conducteurs sont seuls représentés sur la figure. Or ce courant passe à la fois et en même temps dans la bobine F et dans la bobine E. Ces bobines s'aimantent et attirent leurs armatures. En basculant, l'armature de la bobine E pousse une dent de la roue à rochet qui est devant elle. Cette roue à rochet entraîne, au moyen d'une corde de transmission, la vis D qui porte le style inscripteur. Cette vis tourne d'une certaine quantité et le style avance d'autant. Mais, du même coup, la bobine F s'est aimantée. En basculant, son armature a soulevé la clochette H qui plongeait dans le mercure et qui communiquait avec le flacon à fermentation. Celui-ci s'est trouvé débouché, le gaz produit s'est échappé; aussitôt l'excès de pression a été détruit, le manomètre est retombé à 0°, le fil de platine a quitté le mercure et le courant a été rompu. Les deux bobines se sont désaimantées, la clochette est retombée dans le mercure, l'armature de E est venue sous une autre dent de la roue à rochet, et tout est retombé dans le repos jusqu'au moment où une quantité de gaz juste égale à la première aura été produite par la fermentation. Alors le même mécanisme se reproduira et le style avancera d'un nouveau degré.

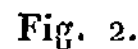
» Finalement il résultera de là sur le cylindre une courbe qui indiquera toutes les phases de dégagement gazeux. Il est évident qu'on devra toujours se servir du même flacon et y mettre toujours la même quantité d'eau si l'on veut que ce soient des quantités de gaz égales qui produisent le déclanchement de la machine.

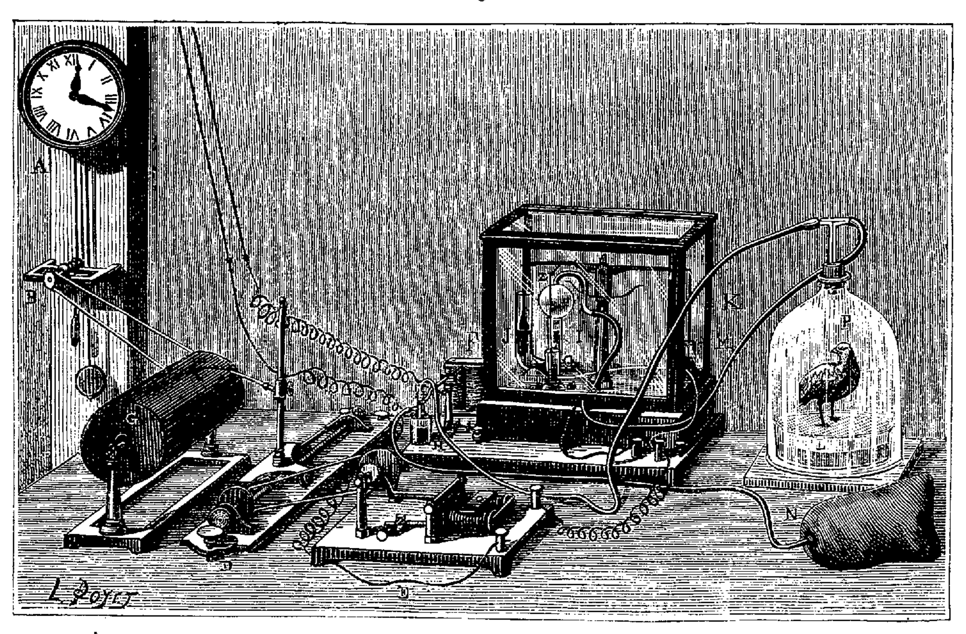
» 2° *Appareil destiné à enregistrer la marche de la consommation d'oxygène par la respiration d'un animal.* — Ce deuxième appareil n'est qu'une légère modification du premier. L'appareil inscripteur reste absolument le même. Il n'y a de changé que la manière dont le courant électrique est fermé.

» Dans la cloche P se trouve l'animal en expérience. Il est placé sur un grillage au-dessous duquel se trouve un vase L (*fig.* 2) rempli d'une solution de potasse caustique très concentrée.

» A mesure que l'animal produit de l'acide carbonique, cet acide carbonique se dissout dans la potasse L : il en résulte une dépression dans la

cloche P. Le flotteur du manomètre J s'abaisse et un fil de platine *z* placé à côté vient plonger dans le mercure O. Immédiatement le déclanchement de l'appareil a lieu comme précédemment, le style avance d'un degré, la clochette H se soulève et laisse entrer dans la cloche P non pas de l'air, mais de l'oxygène pur contenu en N. L'atmosphère de la cloche P se trouve ainsi reconstituée et demeure normale. Le style enregistre les quantités toujours égales d'oxygène qui restent dans la cloche à chaque diminution


Fig. 2.



égale de la pression. La courbe tracée sur le cylindre est donc bien la représentation de la respiration de l'animal.

» Nous nous sommes arrêté à cette forme un peu compliquée d'appareil, toutes les autres méthodes que nous avons précédemment essayées (enregistrement de la pression produite, des mouvements d'un gazomètre, de l'écoulement d'un liquide, numération des bulles gazeuses, etc.) ne nous ayant donné que des résultats peu exacts ou des courbes qui n'étaient pas l'expression de la réalité et qui avaient besoin d'être interprétées. »

ÉLECTRICITÉ. — *Réponse à M.* Berthelot, *au sujet d'une Note intitulée: « Sur la force électromotrice d'un couple zinc-charbon »*; par M. D. TOMMASI.

« On a toujours admis, jusqu'à présent, que dans un couple quelconque la nature de l'électrode positive n'avait aucune influence sur sa force électromotrice, pourvu toutefois que cette électrode ne fût pas attaquée par le liquide excitateur. Pour le seul couple au bichromate de potasse on avait observé une différence de force électromotrice, suivant que l'électrode positive était en platine ou en charbon; j'ai déjà signalé ce fait et j'y reviendrai avec plus de détails quand je parlerai du couple à acide chromique. Quant au couple de Smée, à acide sulfurique dilué, on a toujours cru que la nature de l'électrode positive ne changeait pas d'une manière sensible sa force électromotrice : « C'est ainsi, dit M. Du Moncel (¹), que l'argent, le » plomb, le charbon, le cuivre, l'aluminium, le fer rendu passif, etc., ont » pu être substitués à la lame de platine de la pile de Smée, sans différence » d'action électrique autre que celle provenant de la polarisation que ces » lames pourraient opérer. »

» Il résulte donc que l'augmentation de la force électromotrice que j'ai constatée dans le couple zinc-charbon constitue un fait nouveau et ayant même un certain intérêt scientifique.

» Il est connu de tous que le travail électrolytique produit par un couple est d'autant plus considérable que sa force électromotrice, mesurée à l'électromètre, par exemple, est plus intense; par conséquent, il n'y a rien d'étonnant que M. Berthelot ait trouvé, à l'aide de l'électromètre de M. Mascart, que le couple zinc-charbon eût une force électromotrice plus grande que le couple zinc-platine, puisqu'on sait, d'après mes expériences (²), que le travail chimique produit par le couple zinc-charbon est de beaucoup plus fort que celui qu'engendre le couple zinc-platine. C'eût été vraiment étrange et contraire à tous les faits connus si les déterminations électrométriques exécutées par M. Berthelot eussent prouvé le contraire.

» Je me proposais de compléter mes travaux sur le couple zinc-charbon par des déterminations électrométriques; mais, puisque M. Berthelot m'a devancé, il ne me reste qu'à faire observer que toutes les expériences que ce savant a décrites (³) n'infirment nullement mes recherches et que, au

(¹) *Exposé des applications de l'électricité*, t. I, p. 350.

(²) *Comptes rendus*, séance du 5 juin 1882.

(³) *Comptes rendus*, séance du 3 juillet 1882.

contraire, elles leur donnent un plus grand degré de certitude. Je n'ai jamais dit qu'un couple zinc-charbon était équivalent à un couple zinc-platine, par la raison fort simple que j'ai prouvé tout le contraire. Je n'aurais certes pas cherché à démontrer que le couple zinc-charbon produisait une force électromotrice plus grande que le couple zinc-platine, pour en déduire ensuite que ces deux couples étaient *équivalents* entre eux.

» Dans ma dernière Note, je n'ai exposé que des faits et pas autre chose; or ces faits sont parfaitement exacts, comme d'ailleurs M. Berthelot a pu s'en convaincre, lorsqu'il a repris mes expériences, afin de les compléter par des déterminations électrométriques. Quant à l'interprétation de ces faits, je ferai observer que je n'en ai pas dit un seul mot et que, par conséquent, M. Berthelot m'attribue des choses que je n'ai jamais pensées. »

CHIMIE. — *Sur les sels basiques de manganèse.* Note de M. **Alex. Gorgeu**, présentée par M. Cahours.

« Le sulfate basique de manganèse $3MnO, 2SO^3 + 3HO$, dont j'ai signalé l'existence et décrit les propriétés dans une Note antérieure [1], forme avec les sulfates alcalins des sels doubles qui présentent entre eux une grande analogie sous le rapport de la composition, de la forme et des propriétés.

» Les formules qui expriment leur composition sont les suivantes :

$$(3MnO, 2SO^3 + 3HO) + KO, SO^3,$$
$$(3MnO, 2SO^3 + 3HO) + AzH^3HO, SO^3,$$
$$(3MnO, 2SO^3 + 3HO) + NaO, SO^3 + 2HO;$$

elles permettent d'admettre que ce sont trois combinaisons à équivalents égaux d'un sulfate alcalin avec le sous-sulfate basique de manganèse décrit antérieurement.

» M. E. Bertrand a bien voulu examiner, à l'aide de son microscope polarisant, les sels doubles qui se présentent sous forme de cristaux microscopiques très allongés, mais dont les dimensions en largeur et épaisseur ne dépassent pas quelques centièmes de millimètre et s'abaissent même, pour le sel de soude, à $\frac{2}{1000}$ et $\frac{3}{1000}$. Il a constaté que le sel potassique appartient au système du prisme rhomboïdal droit avec un angle de 106° environ et que la forme du sel ammonique est tout à fait semblable à la

[1] *Comptes rendus*, t. XCIV, p. 1425.

précédente, avec un angle peu différent. Quant au sel de soude, et à cause de la finesse extrême de ses aiguilles prismatiques, tout en étant à peu près certain qu'il appartient au même système que les deux autres, il n'a pas cru devoir l'affirmer. Les deux premiers, au moins, de ces trois nouveaux composés basiques du manganèse sont donc isomorphes.

» *Propriétés.* — Ces trois sels recueillis, imprégnés de leurs eaux mères, sur de la porcelaine dégourdie, présentent un aspect nacré ou soyeux, une couleur légèrement rosée, et peuvent subir le contact de l'air sec assez longtemps sans éprouver une altération notable.

» L'eau agit de la même manière sur ces trois combinaisons basiques: elle dissout le sulfate alcalin, décompose peu à peu le sous-sulfate de manganèse et laisse insoluble le protoxyde de manganèse qui, avec le temps, se transforme à l'air en manganite de manganèse bibasique, $2\,MnO, MnO^2$. Les eaux mères qui leur ont donné naissance ne dissolvent plus ces divers cristaux en quantité notable.

» L'acide chlorhydrique dissout ces sels doubles récemment préparés sans se colorer.

» Sous l'influence de la chaleur, les sous-sels de potasse, d'ammoniaque et de soude commencent à perdre leur eau de combinaison au delà de 220°, 180° et 130°; à une température voisine du rouge sombre, le sel ammonique $(3MnO, 2SO^3 + 3HO) + AzH^3HO, SO^3$ laisse un résidu entièrement soluble de sulfate de manganèse anhydre, dont les $\frac{2}{3}$ préexistaient dans le sel double, et le reste provient de la substitution du protoxyde de manganèse basique à l'alcali volatil dans le sulfate d'ammoniaque combiné. Les sels de potasse et de soude dans les mêmes conditions, au contact de l'air, perdent aussi toute leur eau et laissent comme résidu un mélange contenant, pour $2^{éq}$ de sulfate de manganèse, un seul de sulfate alcalin, l'équivalent de protoxyde de manganèse basique étant transformé par le grillage en sesquioxyde.

» *Préparation.* — Le mode de préparation des sels doubles est très simple. On obtient les sels potassique et sodique en versant peu à peu, dans une liqueur bouillante contenant 20 pour 100 de sulfate de manganèse cristallisé et une proportion équivalente de sulfate alcalin, une solution étendue d'alcali fixe jusqu'à ce que le précipité ne se dissolve plus; on filtre, et c'est par le refroidissement que les liqueurs claires déposent les sels doubles cristallisés. Le sel ammoniacal se prépare en opérant à 80° et en ajoutant goutte à goutte l'ammoniaque jusqu'à ce que des cristaux apparaissent.

» *Analyse.* — Les cristaux des sels de potasse et d'ammoniaque se décantent rapidement et retiennent une poportion négligeable d'eaux mères après vingt-quatre heures de dessiccation sur la porcelaine dégourdie.

» Voici les résultats fournis par l'analyse :

	Sel potassique $(3MnO, 2SO^3+3HO)+KO, SO^3$.		Sel ammonique $(3MnO, 2SO^3+3HO)+AzH^3HO, SO^3$.	
	Trouvé.	Théorie.	Trouvé.	Théorie.
SO^3	40,20	39,90	43,50	42,90
MnO	35 »	35,40	37,80	38,10
Alcali	15,80	15,70	6 »	6,10
HO par différence	9 »	9 »	12,70	12,90
	100,00	100,00	100,00	100,00

» Le sel double sodique, suivant la ténuité de ses cristaux, peut retenir emprisonnées de 8 à 40 pour 100 d'eaux mères et se trouver ainsi souillé, une fois sec, de 2 à 9 pour 100 de sels étrangers à sa constitution.

» Je me suis servi, pour déterminer ces proportions d'eaux mères, du même procédé qui m'a permis de fixer la formule du sous-azotate de manganèse.

» On a ajouté 5 pour 100 de sel marin aux eaux mères avant de recueillir les cristaux, analysé l'eau mère filtrée et recherché le poids et l'état d'hydratation du résidu de son évaporation à l'air; ces éléments une fois connus, le simple dosage du chlorure de sodium contenu dans les cristaux a suffi pour préciser la proportion d'eaux mères, par suite celle des sulfates étrangers retenus par le sous-sel sodique, et conséquemment les quantités d'acide sulfurique, de protoxyde de manganèse, de soude et d'eau qu'il convenait de retrancher des chiffres fournis par l'analyse du produit brut; ainsi se trouvait dégagée la composition du sel basique pur.

» La moyenne des résultats de plusieurs analyses a donné les chiffres suivants :

		Théorie	
	Trouvé.	1° en supposant $(3MnO, 2SO^3+3HO)$ $+NaOSO^3+HO$.	2° en supposant $(3MnO\ 2SO^3+3HO)$ $+NaOSO^3+2HO$.
SO^3	39,80	40,90	39,70
MnO	35,30	36,30	35,20
NaO	10,50	10,60	10,20
HO par différence	14,40	12,20	14,90
	100,00	100,00	100,00

et c'est d'après eux que l'on a cru devoir adopter la seconde formule. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du brome sur la quinoléine et la pyridine.* Note de M. E. **Grimaux**, présentée par M. Cahours.

« La cinchonine, la quinine et d'autres alcaloïdes naturels fournissent dans diverses réactions de la quinoléine C^9H^7Az et des homologues, ainsi que des bases de la série de la pyridine C^5H^5Az. Mais on ne sait pas si les alcaloïdes renferment des noyaux de quinoléine ou de pyridine modifiés seulement par substitution, ou si ces noyaux s'y trouvent tous à l'état de produits hydrogénés.

» Pour élucider cette question et apporter quelques documents relatifs à la constitution de la cinchonine et de la quinine, il m'a paru utile de préparer des produits d'addition du brome à la quinoléine et à la pyridine et de les comparer à ceux que fournit la cinchonine. Les recherches publiées aujourd'hui comprennent l'étude des dérivés bromurés de la quinoléine et de la pyridine: je ferai connaître plus tard l'action du brome sur la cinchonine, cette partie du travail n'étant pas encore terminée; mais je puis dire de suite que la cinchonine fournit avec le brome des produits d'addition totalement différents.

» *Bromures de quinoléine.* — On ajoute peu à peu 2 parties de brome en poids à 1 partie de quinoléine étendue de 1 à 3 parties d'eau, en ayant soin d'empêcher toute élévation de température. Il se sépare immédiatement une masse rouge, cristalline, sentant fortement le brome et qu'on dissout dans quatre fois son poids de chloroforme chauffé doucement au bain-marie, *sans aller jusqu'à l'ébullition.*

» Par le refroidissement, la solution se remplit de fines aiguilles rouges, d'un corps très instable, que l'on ne peut sécher dans l'air sec pour l'analyser, car il perd rapidement du brome et de l'acide bromhydrique. Aussi a-t-on dû l'analyser avant dessiccation complète pour déterminer le rapport du carbone et du brome. Ce rapport étant de C^9 à Br^4, le produit direct de l'action du brome sur la quinoléine doit être considéré comme un tétrabromure C^9H^7Az, Br^4 ; par l'action de la potasse ou de l'hydrogène sulfuré, il régénère de la quinoléine pure.

» Dans diverses conditions, ce tétrabromure se transforme en un corps stable et parfaitement défini, le *bromhydrate de bibromure de quinoléine* $C^9H^7AzBr^2, HBr$. On y arrive assez facilement en faisant bouillir pendant cinq à six minutes la solution chloroformique : au bout de vingt-quatre heures, il se sépare des cristaux volumineux, durs, d'un rouge brun, de bromhydrate de bibromure de quinoléine.

» On obtient le même corps, en arrosant le bromure brut avec son poids d'alcool; au bout de peu de temps, le liquide s'échauffe, entre en ébullition, la masse se dissout et, par le refroidissement, il se sépare de grands cristaux rouges, en même temps qu'on observe l'odeur du bromal.

» Le bromhydrate de bibromure de quinoléine $C^9H^7AzBr^2, HBr$ est en grands prismes rouges, plus ou moins foncés, ne renfermant pas d'eau de cristallisation. Il est très soluble dans l'alcool et dans l'éther, très peu soluble dans la solution d'acide bromhydrique, insoluble dans l'eau et dans le chloroforme. Il fond à 86°. Chauffé avec de l'eau, il dégage du brome et se transforme en bromhydrate de quinoléine; l'hydrogène sulfuré amène la même transformation. Traité par l'ammoniaque, il se décompose en dégageant de l'azote. Il se dissout à froid dans la potasse et le carbonate de soude; l'acide bromhydrique précipite une poudre jaune présentant le même point de fusion; l'action prolongée de la potasse donne de la quinoléine.

» Dans l'action du brome sur la quinoléine, il se forme donc un tétrabromure instable $C^9H^7AzBr^4$, qui se transforme facilement en un bromhydrate de bibromure $C^9H^7AzBr^4, HBr$.

» *Bromures de pyridine.* — La pyridine C^5H^5Az se comporte comme la quinoléine; dissoute dans l'eau, elle absorbe plus de trois fois son poids de brome en donnant un produit d'addition encore plus instable.

» On peut l'isoler en le dissolvant à froid dans cinq à six fois son poids de chloroforme et plaçant la solution dans un mélange réfrigérant. Il se sépare de fines aiguilles rouges qui s'altèrent au bout de quelques heures. En faisant bouillir la solution chloroformique ou simplement en l'abandonnant à la température ordinaire, il s'est séparé des lames minces, d'un rouge foncé, fusibles à 126°. On obtient le même corps en lames d'une longueur de plusieurs centimètres, en arrosant le produit brut avec son poids d'alcool.

» Ce corps, qui, par son mode de formation et sa réaction, est absolument comparable au bromhydrate de bibromure de quinoléine, en diffère par la quantité d'acide bromhydrique combiné. Les analyses faites sur des échantillons d'origines diverses (cristallisation dans l'alcool, dans le chloroforme ou dans l'acide bromhydrique), ont conduit au rapport $C^5Br^{2\frac{1}{2}}$ et le corps me paraît devoir être représenté par la formule

$$(C^5H^5Br^2)^2HBr.$$

» Il est en grandes lames rouges, légères, fragiles, fusibles à 125-126°, il est soluble dans l'eau et cristallise très bien dans l'acide chlorhydrique.

Il se dissout dans l'alcool et dans l'éther. La potasse et le carbonate de soude le dissolvent et les acides le reprécipitent. Par l'action prolongée de la potasse à froid, il donne de la pyridine.

» Décomposé par l'hydrogène sulfuré ou par la potasse, il régénère de la pyridine pure, bouillant à 116°; avec l'ammoniaque, il dégage de l'azote; chauffé avec de l'eau, il se dégage du brome.

» Ses réactions sont donc semblables à celles du bromhydrate de bromure de quinoléine.

» La β-lutidine, décrite par M. W. Œchsner, donne également un produit d'addition peu stable, cristallisant dans le chloroforme en grands cristaux d'un rouge brun, fusibles à 64°.

» Ces corps sont comparables au bromhydrate de bibromure de nicotine bibromée, $C^{10}H^{12}Br^{2}Az^{2}, Br^{2}HBr$, décrit par M. Huber, qui perd du brome par l'action de l'ammoniaque, de l'hydrogène sulfuré et de la potasse, en donnant de la nicotine bibromée. MM. Cahours et Etard, en opérant dans des conditions un peu différentes, ont obtenu un composé qu'ils ont appelé *tétrabromure de nicotine*, mais qui, régénérant le corps de Huber par l'action de l'acide bromhydrique, est plutôt un bibromure de nicotine bibromée. Les propriétés de ces bromures de nicotine étant analogues à celles du bromure de pyridine, il est probable que la nicotine renferme un groupe pyridique non hydrogéné. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur les courbes de solubilité dans l'eau des différentes variétés d'acide tartrique*. Note de M. E. LEIDIE, présentée par M. Chatin.

« L'acide tartrique existe sous plusieurs modifications identiques au point de vue chimique, et qui ne diffèrent que par la proportion d'eau de cristallisation et par certains caractères physiques, tels que : la forme cristalline, l'hémiédrie, le pouvoir rotatoire, la pyro-électricité et la solubilité dans l'eau; j'ai cherché à établir les relations qui existent entre les solubilités de trois de ces variétés : les acides tartriques droit et gauche, et l'acide racémique. Voici les conclusions de mon travail.

» I. Le coefficient de solubilité dans l'eau de ces différentes variétés d'acide tartrique peut se représenter d'une manière générale par une fonction de la température : $\frac{ds}{dt} = Af(t)$, dans laquelle A désigne un coef-

ficient particulier à chaque variété ; l'expérience nous a permis de fixer la forme de cette fonction; c'est une parabole du deuxième degré.

» II. Le coefficient de solubilité de l'acide tartrique droit croît très rapidement avec la température; il est représenté de 0° à 40° par une équation parabolique du deuxième degré,

$$(\mathrm{I}) \quad \begin{cases} y = 115,04 + 0,9176\,x + 0,01511\,x^2 \\ \text{ou} \\ y = 0,01511\,(x^2 + 60,728\,x + 7613,5), \end{cases}$$

dans laquelle y représente la quantité dissoute par 100gr d'eau et x la température. A partir de 40°, il commence à changer de nature, et, de 45° à 100°, la solubilité croît moins rapidement que ne l'indique la formule précédente; la nouvelle loi qu'elle suit est encore une équation parabolique, mais ayant cette fois pour valeur

$$(\mathrm{II}) \quad \begin{cases} y = 135,5 + 0,30259\,x + 0,017749\,x^2 \\ \text{ou} \\ y = 0,017749\,(x^2 + 17,05\,x + 7634,2). \end{cases}$$

» L'ensemble du tracé graphique est une courbe parfaitement régulière, à convexité tournée vers l'axe des températures, et présentant un point d'inflexion entre 40° et 45°.

» III. La solubilité dans l'eau de l'acide tartrique gauche suit exactement les mêmes lois que celle de l'acide tartrique droit et les deux portions de parabole qui, de 0° à 40° d'une part, et de 45° à 100° d'autre part, constituent sa courbe sont exprimées par les mêmes équations.

» Ce résultat explique pourquoi on ne peut pas dédoubler l'acide racémique, en isolant par des cristallisations méthodiques les deux variétés hémiédriques d'acide tartrique, tandis qu'on peut de cette façon dédoubler le racémate de soude et d'ammoniaque en deux variétés droite et gauche de tartrates.

» En effet, d'après M. Jungfleisch, c'est l'inégale solubilité des deux tartrates aux différentes températures qui, dans les solutions sursaturées de racémate de soude et d'ammoniaque, en provoque la désursaturation successive par des dépôts alternatifs de l'un et de l'autre (1).

» IV. Le coefficient de solubilité de l'acide racémique croît aussi propor-

(1) Jungfleisch, *Nouveau procédé de dédoublement de l'acide racémique* (*Journal de Pharmacie et de Chimie*, 3e année, 5e série, mars 1882, p. 346).

tionnellement à la température; la courbe qui en représente les valeurs se compose aussi de deux parties qui sont des éléments de parabole du deuxième degré. De 0° à 35° la première portion de la courbe est exprimée par l'équation suivante :

$$(1\ bis)\quad \begin{cases} y = 8,1728 + 0,3391x + 0,07613x^2 \\ \text{ou} \\ y = 0,007613(x^2 + 44,5422x + 1073,8) \end{cases}$$

(x et y ayant les mêmes significations que pour l'acide tartrique), et à partir de 35° l'acide racémique change de nature; mais son coefficient de solubilité, contrairement à celui de l'acide tartrique, augmente dans une plus forte proportion que ne l'indique la formule précédente, et l'équation de la deuxième portion de la courbe a pour expression

$$(2\ bis)\quad \begin{cases} y = 0,2069 + 0,615762x + 0,007602x^2 \\ \text{ou} \\ y = 0,007602(x^2 + 81x + 27,22), \end{cases}$$

et elle se vérifie jusqu'à 111°, point d'ébullition de la solution saturée.

» Ces résultats sont exprimés en acide anhydre; pour avoir le poids d'acide hydraté $C^8H^6O^{12} + H^2O^2$ qui leur correspond, on a recours à la formule suivante, où A désigne le poids de l'acide anhydre obtenu par les formules précédentes et x le poids d'acide cristallisé qui lui correspond :

$$x = \frac{112A}{100 - 0,12A} = \frac{112}{\frac{100}{A} - 0,12}.$$

» V. Les acides tartriques droit et gauche entre 40° et 45°, l'acide racémique entre 30° et 35°, commencent à changer de nature; et, de ce que, dans la deuxième portion des courbes, le coefficient des deux premiers s'accroît moins, celui du second s'accroît plus que ne l'indique la continuation régulière de la première partie, on peut conclure qu'à partir de ces températures ces trois acides se transforment l'un dans l'autre sous l'influence de la chaleur et de l'eau (1).

» VI. C'est à l'aide des formules rapportées ci-dessus que nous avons

(1) Les travaux de plusieurs savants viennent à l'appui de notre assertion. M. Jungfleisch a démontré que cette transformation était complète, régulière, entre 175° et 180° en vase clos et en présence d'un peu d'eau; M. Kestner, de Thann (découverte de l'acide racémique, M. M. Dessaigne (ébullition en présence de HCl), M. Lecoq de Boisbaudran (ébullition prolongée de solutions d'acide tartrique), ont démontré qu'elle était partielle au-dessus

calculé, de 5° en 5°, les valeurs de la solubilité dans l'eau des différentes variétés d'acides tartriques, valeurs qui sont inscrites dans le tableau suivant :

Table de solubilité dans l'eau des acides tartriques droit et gauche et de l'acide racémique anhydre et hydraté.

	100 parties d'eau dissolvent :		
Températures.	acides tartriques droit et gauche.	acide racémique anhydre.	acide racémique hydraté.
°	gr	gr	gr
0	115,04	8,16	9,23
5	120,00	10,05	11,37
10	125,72	12,32	14,00
15	132,20	14,97	17,07
20	139,44	18,00	20,60
25	147,44	21,41	24,61
30	156,20	25,20	29,10
35	165,72	29,37	34,09
40	176,00	37,00	43,32
45	185,06	43,31	51,16
50	195,00	50,00	59,54
55	205,83	57,07	68,54
60	217,55	64,52	78,33
65	230,16	72,35	88,73
70	243,66	80,56	99,88
75	258,05	89,15	111,81
80	273,33	98,12	124,56
85	289,50	107,47	138,19
90	306,56	117,20	152,74
95	324,51	127,31	168,30
100	343,35	137,80	184,91

THÉRAPEUTIQUE. — *Recherches botaniques, chimiques et thérapeutiques sur les Globulaires.* Note de MM. **Ed. Heckel, J. Moursou** et **F. Schlagdenhauffen**, présentée par M. Chatin.

« Les espèces, peu nombreuses, de ce genre très homogène sont largement réparties dans notre flore française, qui en compte cinq, sur les huit généralement admises. Toutes ces espèces sont médicinales.

---

de 100°; nous croyons donc pouvoir conclure qu'elle commence à plus basse température en présence de l'eau. Quant à la transformation de l'acide racémique en ses deux composants, MM. Berthelot et Jungfleisch avaient été conduits aux mêmes conclusions en partant des données de la Thermochimie.

» Notre étude a porté sur les espèces suivantes : *Globularia vulgaris*, L. (avec sa variété élevée au rang d'espèce par Nyman sous le nom de *Gl. Wilkommii*); *Gl. nudicaulis*, L., forme montagneuse propre aux hautes altitudes (Alpes et Pyrénées) du *Gl. vulgaris; Gl. cordifolia*, espèce ligneuse, rampante et radicante, avec sa variété *nana* (*Gl. nana* de Lamarck); enfin et surtout *Gl. alypum*, espèce frutescente, la plus commune de toutes, celle qui est vraiment officinale en Provence.

» Ces différentes espèces présentent, dans le système anatomique de la feuille, une constitution identique. L'épiderme, plus ou moins cuticularisé, est toujours extérieurement recouvert d'une sécrétion cireuse réalisée par les glandes bicipitées fort remarquables, placées au confluent de huit cellules radiantes. Les cellules épidermiques renferment quelquefois des cristaux prismatiques, droits, volumineux, d'oxalate de chaux, à deux équivalents d'eau, solitaires ou doubles et en croix (*Gl. alypum*), ou sont absolument vides (*Gl. vulgaris, Wilkommii, nudicaulis, cordifolia* et *nana*). Au-dessous de l'épiderme, identique sur les deux faces, règne un parenchyme épais, uniforme et formé de cellules nombreuses, petites, rapprochées les unes des autres, sans méats, et interrompues seulement par les chambres à air sous-stomatiques. Absence complète de cellules en palissade. La feuille appartient donc, dans tout le genre, à la catégorie de celles que l'on peut désigner, en ajoutant un terme à la nomenclature de M. Chatin, sous le nom d'*homogènes symétriques* (1). Cette structure spéciale, le petit mucro qui les termine généralement, leur couleur verte avec une légère teinte épidermique grisâtre (produit cireux), les petits points blanchâtres appréciables à la loupe (glandes bicipitées), leur saveur franchement amère enfin, sont autant de caractères qui permettent facilement de différencier ces feuilles (*Globularia alypum*) d'avec celles auxquelles elles pourraient être mélangées dans un but de fraude (séné et rédoul). Quant à la structure de la tige, comparée dans les espèces herbacées et dans celles qui sont sous-frutescentes, elle offre des différences nombreuses et peu de points de ressemblance, si ce n'est, de part et d'autre, un développement considérable du système médullaire et de la zone collenchymateuse dans l'écorce. Les espèces herbacées offrent peu de différences histologiques.

» Les coupes de ces diverses feuilles, traitées par le *chloro-iodure de zinc*,

---

(1) Il est remarquable de voir que les feuilles ainsi constituées, encore connues en petit nombre, sont dépourvues de mouvement nyctitropique, ce qui semblerait indiquer que ce phénomène a bien réellement pour but de protéger, au moyen du tissu foliaire le plus résistant, la partie la plus exposée à souffrir de la radiation nocturne.

se colorent, dans la partie cuticularisée de l'épiderme, en jaune clair, et, dans la couche inférieure, en bleu violet très clair. Par la *potasse caustique*, on fait naître dans les cellules épidermiques, quand elles sont cristalligènes, une coloration jaune orangé très foncée; cette même teinte envahit la première couche de cellules chlorophylliennes sous-jacentes à l'épiderme inférieur et supérieur; elle est caractéristique.

» Par le *perchlorure de fer* (à réaction acide), on obtient une dissolution des membranes d'enveloppe des cellules en général, et un gonflement des cellules épidermiques cuticularisées : les cristaux épidermiques sont dissous. Les cellules du parenchyme (mésophylle) sont presque toutes colorées en noir foncé, ce qui indique la présence du *tannin* en quantité notable.

» Les acides *chlorhydrique, azotique* dilués dissolvent les cristaux en quelques secondes, avec un léger dégagement d'acide carbonique sur l'épiderme.

» L'*acide acétique* concentré, sans action sur les cristaux, décolore, en quelques secondes, la chlorophylle, dont les grains finissent par disparaître par une action plus prolongée. Après disparition de la matière colorante verte, on constate, dans toutes les cellules du mésophylle, la présence d'une grande quantité de cristaux d'oxalate de chaux, qui jusque-là n'avaient pu être vus à cause de la chlorophylle dans laquelle ils sont noyés; ces cristaux sont semblables à ceux des cellules épidermiques, mais de dimensions beaucoup plus réduites. Tous ces cristaux, traités sous le microscope par l'acide sulfurique dilué, donnent naissance à des arborisations fort élégantes de sulfate de chaux.

» *Analyse chimique.* — En soumettant les feuilles de Globulaire à l'action de l'eau bouillante, on obtient un liquide d'une amertume très prononcée, contenant principalement du *tannin* et de la *matière colorante*, de l'*acide cinnamique libre et combiné*, enfin un glycoïde auquel Walz a donné le nom de *globularine*. Quoique ce chimiste ait assigné au tannin une formule et une désignation spéciales, nous avons reconnu que son acide globularitannique n'était qu'un mélange de matière colorante et d'acide tannique normal.

» Nos recherches ne concordent pas non plus avec celles de cet auteur sur la nature chimique de la globularine, qui, au dire de Walz, se dédoublerait sous l'influence des acides en deux produits : la *globularétine* et la *paraglobularétine*. En se plaçant, en effet, dans des conditions plus avantageuses que ne l'avait fait l'auteur allemand, on obtient, au lieu des deux composés brun et noir, un seul produit de dédoublement, entièrement blanc, auquel nous conserverons le nom de *globularétine*. Ce nouveau corps,

d'aspect huileux ou résineux lors de sa préparation, se transforme à la longue en une masse transparente et incristallisable. Il se dissout dans les alcalis caustiques à chaud, fixe les éléments de l'eau et se transforme en *acide cinnamique*. En présence de l'hypermanganate de potasse, sa solution alcaline dégage de l'hydrure de benzoïle, par suite de l'oxydation de ce terme intermédiaire.

» La Globulaire renferme en outre un principe volatil très aromatique, mais malheureusement en trop petite proportion pour que nous puissions, dès maintenant, affirmer la nature de sa fonction chimique. Tout, jusqu'à présent, semble indiquer qu'il doit être formé, en partie du moins, par du *cinnamate de benzyle*. Si cette hypothèse pouvait être vérifiée, nous aurions une preuve à l'appui de la similitude des principes constitutifs des Globulaires et de ceux des Myroxylon, des Myrospermum et des Liquidambars, qui donnent les baumes du Pérou, de Tolu, et le Styrax.

» Les feuilles, après avoir été desséchées, puis traitées par différents dissolvants appropriés, et enfin incinérées, nous ont donné la composition suivante pour 100^{gr} de substance :

Matières solubles dans le sulfure de carbone.		Corps gras et cire	$\overset{gr}{2,85}$
»	l'éther	Traces de tannin et de matières colorantes, globularine et acide cinnamique	2,438
»	le chloroforme	Traces de tannin et de matières colorantes, globularine et acide cinnamique	11,365
»	l'alcool	Mannite	1,815
		Glucose	2,585
		Globularine	4,550
		Tannin	2,000
		Matière colorante et résine	17,000
		Acide cinnamique	1,750
		Pertes	0,850
»	l'eau	Matières gommeuses et amylacées	0,850
Résine insoluble			1,250
Cendres			2,105
Eau de végétation			26,200
Ligneux par différence			13,092
		Total	100,000

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la présence d'un glycol dans le vin.* Note de M. A. **Henninger**, présentée par M. Pasteur.

« Parmi les nombreux produits accessoires de la fermentation alcoolique, le plus important est la glycérine, découverte par M. Pasteur dans les vins. Elle ne manque dans aucun liquide fermenté, et sa présence ne doit pas être négligée lorsqu'il s'agit d'apprécier la valeur nutritive d'un tel liquide. Jusqu'à un certain point, elle peut, en effet, remplacer dans l'alimentation les féculents et les matières grasses. De là ses applications thérapeutiques récentes.

» Entre cette glycérine, alcool trivalent, et l'alcool ordinaire et ses homologues, tous univalents, viennent se placer les glycols, qui n'ont pas encore été signalés dans la fermentation vineuse. Or la production d'un tel composé m'a paru probable, et j'attribuais à la difficulté de la recherche des glycols l'absence de renseignement à ce sujet. On sait, en effet, qu'il est très difficile d'isoler les glycols contenus en petite quantité dans un liquide aqueux; la distillation fractionnée est le seul moyen pratique que l'on puisse employer, mais les vapeurs aqueuses entraînent une notable proportion de ces corps.

» J'ai voulu voir quelle est la sensibilité de ce moyen de recherche, et j'ai soumis à la distallation fractionnée 10^{lit} d'eau à laquelle on avait ajouté 10^{gr} de propylglycol de M. Wurtz. Je me suis servi, à cet effet, de l'appareil à colonne, que nous avons eu l'honneur, M. Le Bel et moi, de présenter autrefois à l'Académie et dont l'usage s'est répandu depuis dans les laboratoires. Nous avons apporté quelques changements à l'appareil primitif, dont le plus important consiste à superposer autant de boules que la nature du liquide le permet, car le résultat obtenu à l'aide de notre appareil est une fonction exponentielle du nombre de boules. Un appareil de vingt-cinq plateaux a été employé. Eh bien, j'ai retrouvé, par une seule distillation, 6^{gr} à 7^{gr} de propylglycool bouillant à 188°. On peut donc récupérer environ les deux tiers du glycol contenu dans une solution à un millième.

» Ce résultat assez favorable m'a encouragé à entreprendre la recherche d'un glycol dans le vin et j'ai été très heureux de pouvoir opérer sur un vin rouge de Bordeaux authentique, de la récolte 1881 (cru de la tour Gueyraud) que, sous les auspices de la Société d'Agriculture de la Gironde, je dois à M. de Sonneville. Que l'Académie me permette de remercier M. le

Président de cette Société, ainsi que M. de Sonneville, de la gracieuseté avec laquelle ils m'ont fourni les moyens d'entreprendre mon travail.

» 50^{lit} de ce vin ont été soumis à la distillation avec le même déphlegmateur à vingt-cinq plateaux dont il a été question. On a d'abord séparé l'alcool qui entraînait, avec les essences de vin, une certaine quantité d'alcools supérieurs sur lesquels je reviendrai dans une Communication ultérieure. La distillation a été continuée ensuite, jusqu'à ce que la moitié du liquide ait passé. Le résidu a été traité par un lait de chaux, filtré, débarrassé de chaux par le gaz carbonique; puis la distillation a été reprise et poussée jusqu'à ce qu'il ne restât que 5^{lit} de liquide. A ce moment, on a distillé dans le vide avec une colonne de quinze plateaux et l'on a soumis enfin le nouveau résidu (environ 1^{lit},5) à l'évaporation lente dans le vide, après l'avoir additionné d'une petite quantité de chaux.

» Pour isoler du résidu extractif et coloré la glycérine et le glycol présupposé, on l'a dissous à l'aide de la chaleur dans son volume d'alcool absolu, et l'on a ajouté deux volumes d'éther sec qui précipite les sels sous la forme d'une masse visqueuse. Celle-ci se transforme bientôt en une matière dure, vitreuse, qui renferme encore une très notable proportion de glycérine. Les dissolutions dans l'alcool et les précipitations par l'éther ont été répétées cinq fois encore, et les liquides éthérés réunis soumis à la distillation au bain-marie. Finalement on a distillé le résidu dans le vide, opération très difficile, le liquide moussant beaucoup. On a recueilli plus de 200^{gr} de glycérine renfermant une petite quantité d'un glycol. Par la distillation fractionnée dans le vide d'abord, puis à la pression atmosphérique, il est facile d'isoler ce dernier et de le purifier.

» Ce glycol se présente sous la forme d'un liquide incolore, un peu visqueux, miscible à l'eau et bouillant sans décomposition à 178°,5 (toute la colonne mercurielle dans la vapeur). Il possède une odeur empyreumatique très particulière, qui adhère aussi fortement à la glycérine extraite du vin et qui est due à une trace d'impureté.

» Sa densité à 0° est de 1,018, et à 20°, de 1,002. L'analyse a conduit à la formule $C^4H^{10}O^2$. L'éther diacétique correspondant bout à 192-193° et renferme $C^4H^8(C^2H^3O)^2O^2$.

» C'est donc un butylglycol. D'après son point d'ébullition et sa densité, il semblait identique avec l'isobutylglycol (primaire-tertiaire) de M. Nevolé

$$C^4H^{10}O^2 = (CH^3)^2 - C.OH - CH^2.OH.$$

» M. Nevolé indique pour le point d'ébullition 176-178°, et pour la densité 1,0129 à 0°, et 1,0003 à 20° (*Comptes rendus*, t. LXXXIII, p. 65).

» J'ai préparé ce glycol en partant de l'isobutylène, et je l'ai converti en éther diacétique. De la comparaison directe des propriétés des deux échantillons du glycol et de leurs éthers acétiques, je crois pouvoir conclure à l'identité du glycol du vin avec l'isobutylglycol. Ce résultat doit être rapproché de ce fait que les alcools butylique et amylique de la fermentation alcoolique appartiennent aussi à la même série des alcools non normaux.

» En quelle proportion le nouveau principe du vin existe-t-il dans ce liquide? Les 50^{lit} m'en ont fourni 6^{gr} environ, mais il est évident que sa proportion réelle est beaucoup plus grande, vu que l'eau a dû en entraîner une notable quantité. On peut approximativement faire la part de cette perte. J'ai répété avec l'isobutylglycol synthétique l'expérience décrite plus haut; en distillant 10^{lit} d'une solution aqueuse à $\frac{1}{1000}$, j'en ai obtenu $6^{gr},6$ sur 10^{gr} : les 10^{kg} de vapeur d'eau en avaient donc entraîné $3^{gr},4$. Pour 50^{lit}, cela ferait 17^{gr} qui, ajoutés aux 6^{gr} isolés directement, porteraient à 23^{gr} la proportion du glycol dans 50^{lit} de vin analysé. Bien entendu, je n'attache aucune valeur absolue à ce chiffre, qui suffit cependant pour dire que le vin de Bordeaux rouge de M. de Sonneville contient à peu près $\frac{1}{2}$ pour 1000 d'isobutylglycol, c'est-à-dire la quinzième partie de la glycérine.

» Jusqu'à présent, je n'ai examiné qu'un seul vin, ce genre d'expérience étant délicat et exigeant un temps très considérable. Il serait donc prématuré d'admettre que l'isobutylglycol constitue un produit constant de la fermentation alcoolique. Néanmoins sa découverte dans un vin m'a paru un fait digne d'être communiqué à l'Académie. Je me propose, du reste, d'étendre mes recherches à un vin blanc, et au produit de la fermentation du sucre sous l'influence d'une levûre *pure* (¹). »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la durée de la perception lumineuse dans la vision directe et dans la vision indirecte.* Note de M. **Aug. Charpentier**, présentée par M. Vulpian.

« J'ai cherché, après différents expérimentateurs, à déterminer le temps qui s'écoule entre l'apparition d'une lumière devant l'œil et la production

---

(¹) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Wurtz à la Faculté de Médecine.

d'un signal fait par le sujet dès qu'il a perçu cette lumière. Il y avait intérêt à rechercher si la durée de la perception était différente pour le centre et pour les parties excentriques de la rétine, si l'exercice pouvait modifier cette durée, et si cette modification se limiterait ou non à la partie exercée.

» Pour ces expériences, l'œil, placé au centre d'un périmètre de Landolt, regardait le fond d'une grande boîte tapissée de noir. Dans ce fond était pratiqué, vis-à-vis de l'œil et au devant d'une fenêtre bien éclairée, un trou de 1^{cq} environ, fermé habituellement par une plaque tapissée de noir; cette plaque, lourde et métallique, était retenue dans sa position par l'attraction d'un électro-aimant, mais sans arriver au contact immédiat de ce dernier, de telle sorte que, dès qu'une personne placée derrière la boîte interrompait le courant qui animait l'électro-aimant, la plaque obturatrice tombait immédiatement et découvrait la fenêtre placée devant l'œil en expérience. Un courant fourni par une machine Gramme de laboratoire, après avoir parcouru l'électro-aimant, actionnait un petit signal Deprez dont la plume laissait sa trace sur un cylindre enregistreur à régulateur Foucault. Ce signal accusait immédiatement l'interruption du courant et, par suite, le moment précis de l'apparition de la lumière. C'est alors que le sujet en expérience, aussitôt après avoir perçu la lumière, rétablissait le courant dans le signal par une voie dérivée, en pressant sur un ressort à l'aide de l'index de la main droite; à ce moment précis, nouveau signe tracé sur le cylindre enregistreur.

» L'intervalle écoulé entre l'interruption et le rétablissement du courant, et mesuré par comparaison avec les vibrations d'un chronographe électrique de Marey, indiquait directement le temps qu'il avait fallu au sujet pour percevoir et signaler la lumière. J'appellerai simplement ce temps, pour abréger, durée de la perception lumineuse.

» Voici les résultats principaux que j'ai obtenus dans cette étude :

» 1° Pour une même personne et dans les mêmes conditions, la durée de la perception varie du simple au double, sans régularité apparente. Mais si dans une même expérience on prend la moyenne d'un assez grand nombre de déterminations successives, une dizaine par exemple, on trouve une durée constante pendant tout le temps de l'expérience. J'ai trouvé pour moi, dans la vision directe, une durée moyenne de 13 centièmes de seconde à la lumière du jour.

» 2° La durée de la perception directe varie suivant les individus. Je l'ai vue varier, suivant les personnes, de 9 à 15 centièmes de seconde.

» 3° La durée de la perception est sensiblement la même pour l'œil droit et pour l'œil gauche, quand ils sont sains.

» 4° La durée de la perception lumineuse est notablement augmentée par une autre occupation cérébrale imposée au sujet pendant l'expérience. Ainsi, quand le sujet parle, quand il écoute attentivement une lecture ou un discours, tout en s'occupant de l'expérience, il lui faut, pour réagir, 4 ou 6 centièmes de seconde de plus qu'auparavant.

» 5° La durée de la perception lumineuse est toujours plus considérable dans la vision indirecte que dans la vision directe; elle est d'autant plus considérable que le point de la rétine frappé par la lumière est plus éloigné du centre. Cela ne peut tenir à une différence de sensibilité, puisque, comme je l'ai montré avec M. Landolt, la rétine est partout à peu près également sensible à la lumière.

» 6° La différence entre la durée de la vision indirecte et celle de la vision directe s'est montrée surtout considérable au début de nos expériences. Il y avait alors entre la durée de la perception pour le centre et pour le point situé à 80° en dehors dans le champ visuel une différence de près de 7 centièmes de seconde. Cette différence s'est notablement atténuée par la répétition des mêmes expériences pendant un mois et demi; elle n'était plus, au bout de ce temps, pour mon œil gauche, que de 2 centièmes de seconde entre les deux points ci-dessus.

» 7° Si l'exercice atténue la différence de durée de la perception directe et de la perception indirecte, elle ne la supprime jamais, de sorte que constamment la première s'effectue plus rapidement que la seconde. L'influence de l'exercice s'établit rapidement, dès les premières séances; elle s'effectue ensuite assez lentement, et elle affecte alors aussi bien la vision directe que la vision indirecte.

» 8° Ayant établi au début que la durée de la perception est la même pour l'œil gauche et pour l'œil droit, j'ai fait, presque tous les jours, pendant un mois et demi, une cinquantaine de déterminations sur deux points bien définis de mon œil gauche seul, à l'exclusion de tous les autres points de mes deux rétines. J'ai ainsi exercé exclusivement un très grand nombre de fois le centre de l'œil *gauche* et le point de la rétine *gauche* correspondant à 80° dans la partie externe du champ visuel (partie interne de la rétine). Au bout de ce temps j'ai pu apprécier l'influence de l'exercice en comparant la durée de la perception lumineuse sur les mêmes points de la rétine *droite*, et même sur d'autres points des deux rétines.

» Cette durée était pour le centre de l'œil gauche 129 millièmes de seconde, pour le centre de l'œil droit, non exercé, 143 millièmes; à 80° en dehors pour l'œil gauche, la durée de la perception était de 160 millièmes de seconde; à 80° en dehors pour l'œil non exercé, 210 millièmes de seconde. Ainsi l'exercice avait raccourci notablement la durée de la réaction des points expérimentés.

» 9° J'ai voulu voir si cette influence abréviatrice s'était étendue sur l'œil *gauche* à des points non exercés. Or la durée de la réaction *a été trouvée abrégée dans la même proportion pour tous les points de la moitié interne de la rétine gauche* (côté externe du champ visuel), *et non pour les points de la moitié externe.* Par conséquent, l'exercice d'un point excentrique influence les différents points du même hémisphère rétinien, et non ceux de l'autre hémisphère.

» 10° Il y a plus, c'est que cette influence abréviatrice *s'était étendue à l'hémisphère externe de la rétine de l'œil droit,* tandis que *l'hémisphère interne réagissait beaucoup plus lentement que la même partie exercée de l'œil gauche.*

» Ces faits ne peuvent guère s'expliquer qu'en admettant la théorie de Wollaston relativement au croisement incomplet des fibres du nerf optique dans le chiasma, et qu'en supposant que l'exercice d'une partie de la rétine ne porte pas simplement son action sur cette partie elle-même, mais plutôt sur la totalité du centre nerveux qui reçoit à la fois les fibres de la moitié de la rétine contenant le point exercé, et les fibres de la moitié *du même côté* de la rétine opposée.

» La plupart de ces expériences ont été faites en même temps par mon préparateur, M. Bernardy, qui m'a aidé dans tout ce travail, mais qui, malheureusement, ne pouvant utiliser que l'œil droit pour ces recherches, n'a pas contrôlé les points 8 et 10 [1]. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *De la régénération des nerfs périphériques par le procédé de la suture tubulaire.* Note de M. C. VANLAIR, présentée par M. Vulpian.

« En 1881, M. Gluck avait conçu l'ingénieuse idée d'utiliser, dans ses expériences de neuroplastie, les drains d'osséine imaginés par Neuber; mais il n'est arrivé qu'à des résultats négatifs. Cet échec s'expliquait diffi-

[1] Ces recherches ont été faites au laboratoire de physique médicale de la Faculté de Médecine de Nancy.

cilement, car les tubes d'os décalcifié présentent, à première vue, un ensemble presque idéal de conditions favorables à la reproduction des nerfs. Il y avait donc lieu de tenter de nouveaux essais en écartant, autant que possible, les circonstances accidentelles qui avaient pu compromettre le succès des premières opérations. Ces recherches, je les ai entreprises dans le courant de l'année dernière, et, plus heureux que le chirurgien de Berlin, je suis parvenu du premier coup à obtenir, après un délai de quatre mois, la régénération d'un funicule nerveux ne mesurant pas moins de $0^{m},05$. J'ai même acquis la conviction que l'on pourrait arriver à reproduire, par ce procédé, des segments nerveux dont la longueur n'aurait d'autres limites que celles du membre lui-même.

» Ces recherches m'ont fourni, en outre, l'occasion d'étudier de près le processus de la régénération des nerfs périphériques. J'ai pu m'assurer d'abord que l'on devait considérer comme définitivement établi le principe du *bourgeonnement centrifuge*, tel qu'il ressort des travaux d'Eichhorst, de Ranvier et de Hehn. Mais, à côté de cette donnée fondamentale, j'ai pu recueillir un certain nombre de faits intéressants qui ont passé jusqu'à présent inaperçus ou n'ont pas reçu l'interprétation qu'ils comportaient. Voici quelques-uns de ces résultats :

» 1° Une restauration partielle de l'activité musculaire, corrélative à une régénération anatomique des fibres nerveuses, peut être obtenue longtemps *avant* le retour de la sensibilité cutanée.

» 2° La prolifération des fibres nerveuses commence, dans le segment central, à plus de $0^{m},015$ au-dessus du point de section.

» 3° La *multiplication* s'opère toujours, en premier lieu, dans la *zone marginale* des névricules du bout central et n'atteint que très tardivement les faisceaux axiles du névricule; d'où cette conclusion, que la cause efficiente de la prolifération ne réside pas dans l'irritation directe des fibres résultant de la section même, mais dans l'inflammation qui s'empare de l'épineurium à la suite de traumatisme.

» 4° Les cylindraxes nés des fibres marginales accomplissent à travers la gaine lamelleuse du névricule un véritable *exode;* ils forment bientôt autour d'elle une couche mince et discontinue, qui se transforme rapidement en un *manchon* épais et ininterrompu. Ce manchon lui-même ne tarde pas à s'incorporer au névricule par le fait de la disparition progressive de la gaine lamelleuse.

» 5° La *maturation* des fibres et des faisceaux de formation nouvelle s'effectue *de la périphérie vers le centre*. La moitié inférieure du segment inter-

calaire se rapproche, en effet, beaucoup plus du type normal que la moitié supérieure. La plupart des *fibres* y sont pourvues d'une gaine médullaire; les *fascicules* y sont plus volumineux et plus distincts, et leur mode de lobulation, ainsi que la qualité de leur tissu endoneurial, leur donne une apparence presque physiologique; enfin, ces fascicules s'y groupent en un petit nombre de gros *faisceaux* (*névricules de nouvelle formation*), qui s'enveloppent chacun d'une gaine propre, et entre lesquels vient s'interposer, comme dans les nerfs normaux, un tissu connectif lâche, chargé de cellules adipeuses.

» 6° Les rapports entre le segment intermédiaire et le bout périphérique sont les suivants :

» Il peut arriver d'abord qu'un faisceau, constitué déjà à l'état de névricule distinct dans la partie inférieure du segment intercalaire, traverse le renflement inférieur, puis en émerge, sous forme d'un *nerf tout à fait indépendant*, pour aller se ramifier dans la masse musculaire voisine. D'autres faisceaux plus petits vont longer les névricules dissociés du bout périphérique, sans pénétrer dans leur intérieur, en sorte que sur une coupe on aperçoit deux *circonscriptions* distinctes : l'une constituée par des névricules jeunes, vivants, presque microscopiques, en communication directe avec ceux du segment intermédiaire; l'autre composée de névricules plus volumineux, appartenant exclusivement au bout périphérique, et dont toutes les anciennes fibres sont dégénérées. Une autre partie encore des fibres du nerf intermédiaire se disséminent et *se perdent* dans le tissu fibro-élastique du renflement inférieur.

» Enfin, une portion *restreinte* des fibres nouvelles s'insinue dans les névricules anciens tombés en dégénération et s'enfonce soit dans les gaines de Schwann, soit plutôt dans les interstices des fibres anciennes, pour se propager jusqu'à une certaine distance au-dessous du point de la section.

» Le bout périphérique ne sert donc de conducteur qu'à un très petit nombre de fibres; pour le reste, il constitue un véritable obstacle à la progression régulière des éléments nouveaux. De là ce précepte, tout à fait en opposition avec la pratique habituelle des chirurgiens, qu'il convient de laisser entre les segments trop distants pour être affleurés un très grand intervalle, afin de retarder le plus possible la collision du nerf intermédiaire avec le bout périphérique. Il faudrait naturellement alors prévenir l'oblitération de l'espace qui sépare les deux segments par l'interposition d'un tube de Neuber. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Recherches expérimentales sur la contractilité de l'utérus sous l'influence des excitations directes.* Note de M. **J. Dembo**, présentée par M. Vulpian [1].

« Une des questions de Physiologie à propos desquelles les auteurs ont émis des opinions divergentes est celle qui concerne l'influence de l'électricité, galvanique ou faradique, sur l'utérus, soit gravide, soit à l'état de vacuité. Cela me semble tenir à ce que, jusqu'à présent, on n'a pas fait d'expériences précises sur les animaux, pour étudier les contractions utérines, dues aux excitations électriques portées directement sur l'utérus, ou faites à travers la paroi abdominale [2]. Il m'a donc paru intéressant d'entreprendre, au laboratoire de M. Vulpian, sur le conseil de M. Bochefontaine, une série d'expériences sur cette question.

» Je laisse pour le moment de côté tout ce qui est relatif à l'utérus gravide, ne possédant pas encore sur ce point un nombre suffisant de faits expérimentaux, pour ne parler que des résultats obtenus sur la matrice des animaux à l'état de vacuité.

» Les expériences ont été faites sur des lapines à différents âges, sur des chiennes et des chattes. L'appareil dont je me suis servi est celui de Siemens et Halske, à bobine fine, n° 3 (R : 1,206), activé par deux piles de Gaiffe, au bioxyde de manganèse et chlorure de zinc. Après l'anesthésie de l'animal par le chloral, ou après curarisation, l'utérus était mis à découvert. Voici les résultats que j'ai obtenus et qui ont été mis sous les yeux de M. Vulpian :

A. *Chez les lapines.*

» 1. La faradisation directe de chacun des utérus, ou, comme on dit aussi, de chacune des cornes utérines, provoque une contraction au niveau du point excité, qui s'étend à 20-25^{mm}, mais non à toute la corne électrisée. Jamais les contractions ne sont transmises à l'autre corne.

» 2. En mettant une électrode sur la corne droite et l'autre sur la corne gauche, on fait contracter les deux cornes utérines, non pas dans leur totalité, mais au niveau des pôles et jusqu'à une petite distance des points directement excités.

» 3. Si l'excitation directe de l'une ou l'autre corne, ou même des deux utérus, ne peut déterminer qu'une contraction limitée de chacune de ces parties, il n'en est pas ainsi quand

---

(1) Travail du laboratoire de Pathologie expérimentale de la Faculté de Médecine de Paris.

(2) Röhrig, Oser et Schlesinger, Frankenhäuser et Scherschewsky, etc., ont étudié seulement les centres nerveux, les nerfs moteurs et les ganglions nerveux de l'utérus.

on porte l'électrisation sur le vagin. En effet, quand on électrise la face inférieure, vésicale, du vagin, les deux électrodes étant placées au milieu de cette paroi, on provoque la contraction la plus manifeste de deux utérus à la fois. Cette contraction est vermiculaire et se propage de bas en haut, c'est-à-dire du vagin vers l'extrémité supérieure des cornes.

» Quand on excite les parties latérales de cette paroi inférieure, la gauche ou la droite, on ne provoque des contractions que dans l'utérus correspondant.

» 4. Au contraire, dans les mêmes conditions expérimentales, l'excitation portée sur la face supérieure, rectale, du vagin ne provoque que des contractions vaginales, qui du reste sont aussi énergiques que celles provoquées par l'électrisation de la paroi inférieure.

» 5. En excitant certains points des ligaments larges, on obtient des contractions des parties correspondantes de l'utérus : il n'y a jamais de contractions de l'utérus tout entier.

» 6. Par la faradisation à travers la paroi du ventre il n'a pas été possible d'obtenir de contraction de l'utérus non gravide.

» 7. Le courant minimum avec lequel on peut provoquer des contractions de l'utérus à nu est celui que donne notre appareil, lorsque la bobine inductrice et la bobine induite sont distantes l'une de l'autre de $0^{m},15$ à $0^{m},20$.

» En général, l'excitabilité de l'utérus chez les lapines varie selon leur âge et selon que l'utérus est vierge ou non. L'utérus d'une très jeune lapine est tellement excitable que, lorsqu'il est exposé à l'air, il a des contractions spontanées, qui empêchent les expériences, tandis que l'utérus des lapines vieilles qui ont déjà porté est beaucoup moins excitable, comme l'ont vu du reste déjà Oser et Schlesinger dans leurs expériences.

» 8. Après quelques excitations faradiques portées directement sur l'utérus, on obtient, au lieu de la pâleur déterminée par chaque excitation, une dilatation des petits vaisseaux de l'organe, lequel perd en partie son excitabilité.

B. *Chez les chiennes et les chattes.*

» Sur certains sujets, les différentes excitations faradiques des cornes utérines n'ont jamais déterminé la moindre contraction de cet organe, à l'état de vacuité; sur d'autres, on obtient de très légères contractions utérines avec pâleur considérable, résultant de la contraction des vaisseaux. L'électrisation de la paroi inférieure, vésicale, du vagin a déterminé la pâleur de ce conduit et celle de l'utérus et des cornes utérines, mais il a été impossible de constater une contraction évidente de ces organes.

» L'excitation du plexus aortique, d'après les recherches de Frankenhäuser, provoque la contraction manifeste des deux cornes utérines à la fois. Il est vraisemblable qu'un appareil nerveux de ce genre se trouve entrelacé dans la paroi vésicale du vagin.

» Ces faits étaient importants à connaître avant de poursuivre de nouvelles recherches sur la contractilité de l'utérus gravide.

» A propos de la différence d'excitabilité de l'utérus selon l'espèce, il est intéressant de noter que c'est précisément chez les lapines, dont la fécondité est bien connue, que l'excitabilité utérine est également remarquable.

» Peut-être existe-t-il une relation physiologique entre la fécondité et l'excitabilité utérine? »

HYDROLOGIE. — *Analyses d'eaux de l'isthme de Panama.* Note de M. **Aillaud**, présentée par M. de Lesseps ([1]).

« Sur les trois eaux dont il est question dans cette Note, deux proviennent de puits creusés dans le massif de la Culebra, près du village d'Emperador, qui est situé sur le versant de l'Atlantique, à peu près au cinquantième kilomètre du canal à partir de son extrémité nord; la troisième est celle d'un fleuve, le Rio Grande, qui se jette dans le Pacifique, près et au sud de la ville de Panama, et qu'il est question, depuis quelques années, d'utiliser pour l'alimentation de cette ville.

» 1° *Eaux d'Emperador.* — Le puits Jacquemin, de près de 10^{m} de profondeur, est situé au campement même d'Emperador; il est destiné à l'alimentation du personnel de ce campement. A la fin du mois d'avril, la saison sèche était à sa fin et l'eau dans le puits était très basse. De plus, comme elle n'avait pas été renouvelée depuis une vingtaine de jours, elle dégageait une odeur putride d'hydrogène sulfuré et de matières organiques en décomposition. Des éclats de bois, des feuilles vertes, des détritus de matières animales flottaient à sa surface et semblaient, par leur présence, expliquer les exhalaisons de cette eau, considérée dans le principe comme une eau sulfureuse naturelle. L'analyse chimique a donné les résultats suivants :

Carbonate de chaux	0,074
» de magnésie	0,035
» de fer	0,003
Sulfate de chaux	0,046
» de magnésie	traces
Chlorure de sodium	0,046
» de potassium	0,011
» de magnésium	0,057
Fluorure de calcium	0,004
Silice	0,041
Alumine	0,020
Matières organiques	0,012
Total	0,349

([1]) Ces analyses sont extraites d'un travail de M. Aillaud, pharmacien central de la Compagnie du Canal interocéanique à Panama : ce travail a été transmis à M. de Lesseps par le médecin en chef de la Compagnie.

» 2° Le *puits Blanchet* est un des nombreux sondages exécutés le long du tracé du canal, en vue de la détermination de la nature du terrain dans lequel devra être ouverte la tranchée du canal. Il est situé au cinquante et unième kilomètre à partir de l'Atlantique, et a été arrêté à une profondeur de 51^m; mais l'eau s'élève dans l'intérieur de ce puits à 3^m ou 4^m au-dessous du sol, et il serait facile, tant à cause de la déclivité des terrains avoisinants que du niveau du liquide, d'obtenir un écoulement continu, et, par suite, un renouvellement constant de cette eau.

» Cette eau contient par litre :

Carbonate de chaux	0,011
» de magnésie	0,006
» de fer	0,002
Sulfate de chaux	0,012
» de potasse	0,019
» de magnésie	0,023
Phosphates	traces
Chlorure de calcium	0,027
» de sodium	0,095
» de magnésium	0,045
Fluorure de calcium	traces
Silice	0,009
Alumine	0,011
Matières organiques	0,008
Pertes	0,012
Total	0,280

» La différence de poids des matières organiques, la composition de cette eau et surtout la faculté d'obtenir un déversement continu, ne nous laissent aucune hésitation dans le choix, entre ces deux puits, dont le dernier doit donner, après filtration, une eau très potable et de bonne valeur.

» 3° *Eau du Rio-Grande.* — L'eau qui nous occupe a été puisée entre les stations de Paraiso et de la Culebra, dans une vaste dépression de terrain, étranglée par des rocs à pic espacés seulement par 8^m à 10^m d'ouverture. En ce point, un facile barrage permettrait, ainsi que l'a proposé M. l'ingénieur Sosa, de fermer ce col et d'emmagasiner dans ce large bassin un volume d'eau plus que suffisant à l'alimentation de la ville de Panama, fortement éprouvée pendant la saison sèche.

» Dans cette partie de son cours, le Rio-Grande de Panama n'est, pendant l'été, qu'un simple ruisseau de 2^m à 3^m de largeur, roulant paisible-

ment ses eaux limpides et fraîches sur un lit de roches et de cailloux dolérítiques.

» L'analyse, opérée sur un volume d'eau assez considérable, nous a donné les résultats suivants, que nous ramenons au litre :

Température de l'eau	23° C.
Air ambiant	27° C.
Carbonate de chaux	0,032
» de magnésie	0,015
» de fer	0,009
» de manganèse	traces
Sulfate de chaux	0,011
» de magnésie	traces
« d'alumine	0,007
Chlorure de sodium	0,020
» de potassium	0,016
Fluorure de calcium	0,019
Silice	0,051
Ruthénium	traces
Matières organiques	0,003
Total	0,183

» Nous ne voyons rien dans la constitution chimique de cette eau qui puisse motiver l'accusation que nous avons bien souvent entendu formuler contre les eaux de l'Isthme, auxquelles on a surtout reproché, ainsi qu'aux eaux de la Guyane, et leur pauvreté en principes minéralisateurs et leur trop grande teneur en matières organiques. Bien que Européens et indigènes négligent l'emploi du filtre, l'état sanitaire n'en reste pas moins excellent, et les épidémies de diarrhée, dyssenterie, choléra et autres nous sont encore ignorées.

» Le seul reproche que l'on pourrait, à notre avis, adresser à cette eau, doit porter sur sa pauvreté en sels calcaires, en carbonate surtout, et sur l'abondance de la silice. La chaux est aussi indispensable à l'adulte qu'à l'enfant.

» La présence du ruthénium, que nous ne sachions pas avoir encore été constatée dans les eaux, nous a fortement étonné, et ce n'est qu'en opérant sur des quantités importantes de résidus salins que nous avons pu arriver à en isoler quelques centigrammes.

» En résumé, les eaux du Rio-Grande de Panama, puisées à une certaine hauteur et avant leur entrée dans les terrains marécageux, offrent les caractères d'une bonne eau potable. »

GÉOLOGIE. — *Sur les bassins houillers du Tong-King.* Note de M. **Edm. Fuchs**, présentée par M. Daubrée.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un premier résumé des résultats obtenus dans la mission que M. le Ministre de la Marine m'avait confiée en Cochinchine et à laquelle j'ai consacré, sur place, en collaboration avec M. Saladin, ingénieur civil des mines, les mois de décembre 1881, janvier et février 1882. Grâce aux excellentes dispositions prises par M. Le Myre de Vilers, gouverneur de la Cochinchine française, ce court espace de temps nous a permis d'étudier au moins dans ses grands traits la géologie générale de l'Annam et du Tong-King, et d'explorer en détail les principaux gites de combustible, de minerai de fer et d'or actuellement abordables dans l'Annam, le Tong-King et le Cambodge.

» Le terrain qui renferme la houille, dans l'Indo-Chine, forme une série de bassins, d'une grande importance, qui paraissent s'échelonner parallèlement à la mer. Il repose en stratification discordante sur le calcaire carbonifère et est surmonté par une puissante formation de grès, de poudingues et d'argilolithes présentant les plus grandes analogies lithologiques avec le terrain permien et le trias inférieur d'Europe. Il est formé, lui-même, presque uniquement, de grès feldspathiques et micacés clairs ou plus ou moins ferrugineux. Entre les assises des grès sont quelquefois intercalés des bancs schisteux dans lesquels reposent ordinairement les couches de combustible. Ces schistes et grès schisteux qui avoisinent la houille nous ont donné une riche moisson de plantes fossiles qui permettent, ainsi qu'on le verra dans une prochaine Communication, d'établir des rapprochements intéressants et nouveaux entre les bassins houillers de l'Indo-Chine et ceux de l'Inde, de la Chine et de l'Australie.

» Nous avons reconnu en détail deux des bassins houillers du Tong-King et le bassin anthracifère de Nong-Sön, sur la rivière de Touranne (côte d'Annam). Ce dernier contient une anthracite assez impure, formant une couche de 3^{m} d'épaisseur. Des terrains analogues à ceux qui surmontent cette formation, ainsi que le calcaire carbonifère sous-jacent, se retrouvent à Hué, au *col des Nuages*, et, paraît-il, sur une grande partie de la côte d'Annam.

» Le terrain houiller du Tong-King affleure sur la côte nord de l'ancien golfe que les eaux du fleuve Rouge ont carbonaté. Nous l'avons reconnu sur une étendue de 110^{km} (de Dong-Trieu à Ké-Bao) et sur une largeur de 15^{km} (à Hon-Gäc). Cette largeur est certainement inférieure à la largeur

réelle du bassin houiller, puisque l'on trouve (à Hoan-Bô) des affleurements de houille en dehors de la région qu'il nous a été possible de visiter.

» Les analyses chimiques des combustibles et les observations stratigraphiques faites sur leurs gisements nous ont montré qu'il existe, dans les gîtes du Tong-King, quatre espèces différentes de houille formant trois, sinon quatre groupes distincts de couches.

» Dans ces quatre groupes, la teneur des houilles en matières volatiles croît de bas en haut en même temps que décroît la teneur en cendres, qui s'abaisse parfois jusqu'à 1 pour 100 dans le groupe supérieur.

» Les teneurs extrêmes en matières volatiles sont 11 pour 100 et 40 pour 100; c'est dire que la série des combustibles s'arrête, d'une part, aux houilles *maigres à courte flamme,* analogues à la houille maigre de la Grand'Combe, et, d'autre part, aux houilles très gazeuses, brunâtres, voisines de la *houille stipite.* Les intermédiaires sont tous, au moins aux affleurements, des charbons maigres.

» C'est ce que montre le tableau suivant :

Provenance des charbons.	Groupe.	Humidité.	Hydro-carbures.	Carbone fixe.	Cendres.	Pouvoir calorifiq.	Nature des cendres.	Observations.
Tong-King.								Aucun de ces charbons ne donne de coke.
Mine de Ké-Bao.								
Couche n° 1	1	8,0	25,4	61,8	4,8	79,5	argileuses	Charbons éventés pris aux affleurements.
» n° 2	1	10,6	26,0	59,2	4.2	78,8	argileuses	
Mines de Hon-Gäc.								
Mine Ha-Tou	1	10,4	37,0	51,2	1,4	76,5	siliceuses	
» Marguerite ..	2	2,8	14,8	81,4	1,0	91,5	siliceuses	Charbon pris dans une petite fouille.
» Henriette	3	2,6	11,2	79,0	7,2	88,2	argileuses	Charbon sain pris à 8m en profondeur, dans une galerie.
» Jaureguiberry	3	1.0	11,6	67,4	20,0	76,1	argileuses	Charbon d'affleurement.
Annam.								
Mine de Nong-Son.		3,2	2,8	74,6	19,4	78,8		Charbon pris dans une petite exploitation à ciel ouvert.

» L'essai industriel fait, dans une locomobile, sur la houille à courte flamme de la mine Henriette (3e groupe), a donné une consommation, par

cheval-vapeur et par heure, de $1^{kg},966$, consommation supérieure de 2,5 pour 100 seulement à celle que donne le bon charbon d'Anzin (fosse de Denain).

» Les épaisseurs des couches sont assez fortes dans le bassin de Hon-Gâc. Elles atteignent individuellement jusqu'à 5^{m} de puissance et leur réunion en groupes très homogènes permettra d'exploiter, dans le même groupe, une épaisseur totale de charbon allant jusqu'à 11^{m}.

» Les couches affleurent très près du littoral et à côté d'excellents mouillages. On peut suivre leurs affleurements sur plusieurs kilomètres de longueur, et, par suite, l'évaluation des ressources en combustible contenues dans le bassin de Hon-Gâc, peut être fait avec une certaine précision. En faisant une large part aux éventualités, on trouve que la masse de charbon exploitable, jusqu'à 100^{m} de profondeur seulement au-dessous du niveau de la mer, dépasse le chiffre total de cinq millions de tonnes. »

M. E. Vial adresse une Note, accompagnée d'échantillons, sur de nouveaux modes de confection des timbres-poste.

La séance est levée à 5 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 3 juillet 1882.

Rapport sur les expériences faites à Montpellier pendant l'année 1881, *par la Commission des appareils solaires; par* A. Crova. Montpellier, typogr. Boehm et fils, 1882; in-4°.

Balistique expérimentale. Expériences sur le passage des projectiles à travers les milieux résistants, etc.; par M. Melsens. Paris, Gauthier-Villars, 1882; br. in-8°.

De l'irrigation stomacale; par L. Amat. Paris, V. Rozier, 1881; in-8°. Renvoi au Concours Barbier.)

Transactions of the zoological Society of London. Vol. XI, part. 6; *General index to the transactions of the zoological Society of London.* Vol. I to X (1835-79). London, 1881, 2 liv. in-4°.

Account of observations of the transit of Venus, 1874 *december* 8, *made under the authority of the british government and of the reduction of the observations.* Edited of Sir G.-B. Airy. London, 1881; in-4°. (Renvoyé à la Commission du Passage de Vénus.)

Roteira de Lisboa a Goa; por D.-J. de Castro; *annotado por* J. de Andrade Corvo. Lisboa, tipogr. da Accademia real das Sciencias, 1882; in-8°.

Atti e Memorie della R. Accademia virgiliana di Mantova, biennio 1879-80. Mantova, tipogr. Mondovi, 1881; in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 JUILLET 1882.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie que le Tome XCIII des *Comptes rendus* (2e semestre 1881) est en distribution au Secrétariat.

RAPPORTS.

MÉCANIQUE. — *Rapport sur un Mémoire de M.* Ph. Gilbert, *sur divers problèmes de mouvement relatif.*

(Commissaires : MM. d'Abbadie, Resal, Yvon Villarceau;
C. Jordan rapporteur.)

« Le Mémoire de M. Gilbert a pour objet l'étude du mouvement des appareils gyroscopiques, et pour point de départ un théorème donné par Bour pour étendre aux mouvements relatifs les formules célèbres de Lagrange. L'auteur retrouve cette proposition par une voie nouvelle et très simple. Une interprétation géométrique élégante des divers termes qui figurent dans cette formule lui permet ensuite d'obtenir, par de simples différentiations et presque sans calcul, les équations différentielles des mouvements

qu'il étudie. Chacune d'elles est ensuite discutée d'une manière approfondie. Après avoir déterminé dans chaque cas les diverses positions d'équilibre qui peuvent se présenter, et les conditions de stabilité, M. Gilbert procède à l'intégration des équations différentielles, et réussit souvent à l'effectuer complètement.

» Les appareils gyroscopiques, et particulièrement celui de Foucault, ont déjà été l'objet de nombreux travaux, parmi lesquels on doit citer particulièrement ceux de MM. Lamarle, Quet, Resal, Yvon Villarceau, Lottner et Bour (1). Les équations différentielles du mouvement, obtenues par ces divers auteurs, ne sont pas absolument identiques, les uns ayant tenu compte de la variation de la force centrifuge due à la rotation terrestre, dans l'étendue du corps à étudier, tandis que les autres ont négligé cette variation, dont l'influence sur les phénomènes est tout à fait insensible.

» Les formules de M. Gilbert lui fournissent, par une voie simple et directe, les équations du mouvement dans l'un et l'autre cas. Il montre ensuite que non seulement les termes provenant de la variation de la force centrifuge sont d'un ordre de grandeur négligeable, mais que leur rétablissement ne modifierait pas essentiellement la forme des équations au point de vue de leur intégration. Elle n'aurait pour effet que de compliquer légèrement les calculs nécessaires pour ramener à la forme canonique les intégrales elliptiques qui figurent dans la solution.

» Les appareils analysés par M. Gilbert peuvent se ramener à trois types: 1° le gyroscope de Foucault; 2° le tore-pendule et le barogyroscope; 3° la toupie.

» I. Le gyroscope est trop connu pour qu'il soit besoin de le décrire. Il offre ce caractère particulier que, le centre de gravité étant relativement fixe, la pesanteur n'a aucune influence sur le mouvement du système.

» Comme introduction à l'étude de cet appareil, M. Gilbert donne une solution complète et fort élégante du problème suivant:

» *Déterminer le mouvement relatif d'un point pesant mobile sur un cercle vertical qui tourne uniformément autour de son diamètre vertical.*

» Voici les principaux résultats de son analyse.

» Si la vitesse d'entraînement est faible, il n'y aura que deux positions d'équilibre, situées sur l'axe de rotation. Pour une vitesse plus grande, on

---

(1) M. Gilbert a donné une analyse détaillée de ces divers Mémoires dans une *Étude historique et critique sur le problème de la rotation d'un corps solide*, publiée en 1878.

aura quatre positions d'équilibre, dont deux situées en dehors de la verticale, correspondant à l'équilibre stable.

» Si l'on suppose qu'à l'instant initial, la vitesse relative étant nulle, le point mobile ne soit pas dans une des positions d'équilibre déterminées ci-dessus, il exécutera autour de la position d'équilibre stable la plus voisine une série d'oscillations périodiques, dont la loi s'exprime explicitement par les fonctions elliptiques.

» Pour une faible vitesse d'entraînement, le mobile oscillera donc autour de la verticale. Pour de grandes vitesses, au contraire, il restera constamment du même côté de la verticale. Entre ces deux hypothèses extrêmes se trouve un cas de transition, où le mobile se rapproche indéfiniment de la verticale, sans jamais l'atteindre.

» Ces préliminaires posés, M. Gilbert établit les équations du mouvement du gyroscope, en supposant que les deux anneaux aient une vitesse initiale nulle et que l'anneau extérieur soit assujetti à tourner autour d'un de ses diamètres, situé dans le plan méridien.

» Il trouve tout d'abord que l'équilibre a lieu :

» 1° Si l'axe du tore est parallèle à l'axe du monde ;

» 2° Si l'anneau extérieur a, par rapport au méridien, une vitesse de rotation égale et contraire à celle de ce méridien lui-même.

» 3° Si la vitesse de rotation du tore a une valeur convenable.

» M. Gilbert s'occupe ensuite de l'intégration des équations différentielles ; il montre qu'elle peut s'effectuer par les fonctions elliptiques dans les trois cas suivants :

» 1° Si l'anneau extérieur du gyroscope est invariablement fixé au plan du méridien ;

» 2° S'il est invariablement fixé à l'anneau intérieur ;

» 3° Si l'axe de rotation de l'anneau extérieur est dirigé suivant l'axe du monde, pourvu qu'on néglige, en outre, la masse des anneaux [1].

» Dans chacun de ces trois cas, l'un des angles variables dont dépend la position du gyroscope est déterminé par une équation différentielle identique à celle dont dépend le mouvement d'un point pesant sur un cercle tournant autour d'un diamètre vertical. Cet angle subira donc des oscillations périodiques, dont la loi s'exprime par des fonctions elliptiques du temps.

---

[1] Ces divers cas d'intégrabilité étaient déjà connus. Dès l'année 1855, M. Yvon Villarceau avait traité le premier d'entre eux et l'avait ramené aux intégrales elliptiques.

» Les autres angles sont donnés par des quadratures, portant sur une fonction rationnelle d'un sinus d'amplitude. Leur expression définitive, calculée par M. Gilbert, se compose d'une fonction linéaire du temps, et d'un terme périodique, où figurent les transcendantes θ.

» II. Le tore-pendule est formé d'une tige verticale, terminée par une chape, laquelle porte un tore mobile dont l'axe est perpendiculaire à la tige. Tout l'appareil peut osciller autour d'une horizontale perpendiculaire à l'axe du tore.

» M. Gilbert montre que l'inclinaison de la tige du pendule est représentée par une fonction elliptique du temps. L'équation différentielle dont elle dépend se ramène d'ailleurs aisément à celle qui régit les oscillations d'un point pesant sur un cercle vertical tournant autour d'une verticale située dans son plan. Quant au mouvement de rotation du tore, il est encore uniforme, sauf une inégalité périodique.

» L'étude des positions d'équilibre du pendule présente un intérêt particulier. L'auteur les ramène à la construction du problème géométrique suivant: « Par un point donné, mener une droite telle que le segment intercepté sur elle par deux droites rectangulaires ait une longueur donnée. » Cette question comporte, suivant les cas, deux ou quatre solutions. En général, ces positions d'équilibre diffèrent de la verticale. On conçoit donc que cet appareil puisse donner la preuve expérimentale de la rotation terrestre. Toutefois la déviation qu'indique le calcul est trop faible pour être observable.

» M. Gilbert s'est donc proposé de modifier l'appareil de manière à le rendre plus sensible. Le dispositif auquel il s'est arrêté, et auquel il a donné le nom de *barogyroscope*, est le suivant :

» Une chape en acier est supportée par deux couteaux placés aux extrémités de son diamètre horizontal. Elle porte à son intérieur un tore ayant pour axe un second diamètre perpendiculaire au premier. Cet axe se prolonge par une tige mince, terminée par une aiguille, et le long de laquelle on peut faire monter ou descendre un curseur.

» L'appareil doit être réglé de telle sorte que dans l'état de repos l'axe du tore soit vertical, et que le centre de gravité du système se trouve sur cet axe, un peu au-dessous de la ligne des couteaux. On remplira aisément cette dernière condition par le déplacement du curseur.

» Supposons que l'appareil ainsi réglé soit placé de telle sorte que le plan d'oscillation de l'aiguille soit confondu avec le méridien, et imprimons au tore un mouvement de rotation rapide, de gauche à droite par

rapport à la zénithale. L'aiguille déviera aussitôt vers le nord, et exécutera une série d'oscillations autour d'une position d'équilibre nettement distincte de la verticale.

» Si le tore tournait de droite à gauche, on observerait une déviation vers le sud, un peu moins forte que la précédente.

» Enfin, si l'on tourne l'appareil de manière à faire varier l'azimut du plan d'oscillation de l'aiguille, on verra les effets s'atténuer à mesure que ce plan s'écarte du méridien; et lorsqu'il sera venu dans le premier vertical, on ne constatera plus aucune déviation.

» Ces diverses conséquences de la théorie ont été confirmées de la manière la plus nette par les expériences que M. Gilbert a exécutées sous mes yeux.

» Ce nouvel appareil peut donc remplacer le gyroscope de Foucault pour la démonstration expérimentale de la rotation terrestre. Il a d'ailleurs, sur ce dernier, l'avantage d'être beaucoup plus facile à construire, car on n'est plus astreint à cette condition, presque irréalisable, de faire coïncider exactement le centre de gravité de l'appareil avec son centre de figure.

» III. M. Gilbert termine son Mémoire en établissant les équations différentielles du mouvement d'une toupie, en tenant compte de la gravité et de la rotation terrestre. Ces équations sont trop compliquées pour qu'on puisse espérer les intégrer : l'auteur a dû se borner à en déduire les conditions d'équilibre. Il arrive au résultat suivant, déjà soupçonné par Foucault.

» Pour que l'axe de la toupie soit en équilibre relatif, il faut qu'il soit situé dans le plan méridien et fasse avec la zénithale un très petit angle, vers le nord si la toupie tourne de gauche à droite, vers le sud dans le cas contraire.

» Le Mémoire dont nous venons de présenter les résultats principaux est un travail considérable. Il se recommande d'une manière particulière par sa clarté, par la simplicité inattendue des méthodes employées pour aborder des problèmes justement considérés comme difficiles, par le soin minutieux apporté au développement et à la discussion des solutions. La réunion de ces qualités fera lire avec intérêt la partie de ce Mémoire consacrée à la théorie, si souvent traitée, du gyroscope de Foucault. Les géomètres y trouveront en outre des formules utiles et intéressantes sur les fonctions elliptiques.

» Toutefois, la partie la plus neuve et la plus originale du Mémoire

nous paraît être celle qui se rapporte aux systèmes moins connus, tels que le tore-pendule et le barogyroscope, où la pesanteur intervient dans les phénomènes. Le dernier de ces appareils, dont la conception et la théorie appartiennent en entier à l'auteur, mérite assurément de devenir classique.

» Nous avons l'honneur de proposer à l'Académie l'insertion de l'excellent travail de M. Gilbert dans le *Recueil des Mémoires des Savants étrangers*. »

Les conclusions de ce Rapport sont mises aux voix et adoptées.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **A. Huet** adresse, de Delft, un Mémoire intitulé : « Théorie nouvelle de la navigation aérienne ».

(Renvoi à la Commission du prix Penaud.)

M. **Debray** est adjoint à la Commission nommée pour juger le concours du prix Dalmont.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Divers volumes des « Annales du Bureau central météorologique », savoir : Année 1877 (pluies en France); Année 1878 (Tome II); Année 1879 (Tomes II et III); Année 1880 (Tomes I, III et IV); ainsi que le « Rapport du Comité météorologique international; réunion de Berne, 1880 »;

2° Deux brochures publiées par la Société française d'Hygiène, et portant pour titres : « Hygiène et éducation de la première enfance », et « Hygiène et éducation physique de la deuxième enfance ».

M. **Ch. Trépied** se met à la disposition de l'Académie, pour l'étude de l'éclipse totale de Soleil qui aura lieu en mai 1883.

M. **L.-C. de Hoben** prie l'Académie de le considérer comme candidat à une place de Correspondant, pour la Section de Géographie et Navigation.

(Renvoi à la Section.)

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur un point de la théorie des perturbations.* Note de M. R. Radau, présentée par M. Tisserand.

« Afin d'éviter la variation des constantes, on a imaginé de comparer l'orbite actuelle d'une planète à une certaine orbite fondamentale dont les éléments sont des constantes absolues. Soient r, v le rayon vecteur et la longitude dans l'orbite actuelle; r_0, v_0 le rayon vecteur et la longitude dans l'orbite fondamentale; soit encore t_0 une fonction du temps t, et posons

$$r = r_0(1+\rho), \quad v = v_0 + \varpi, \quad t_0 = t + \tau, \quad r^2\frac{dv}{dt} = f, \quad r_0^2\frac{dv_0}{dt_0} = f_0.$$

» Nous aurons, pour l'orbite actuelle, en désignant par M une constante,

$$\frac{df}{dt} = \frac{\partial\Omega}{\partial v}, \quad \frac{d^2r}{dt^2} - \frac{f^2}{r^3} + \frac{M}{r^2} = \frac{\partial\Omega}{\partial r},$$

et pour l'orbite fondamentale,

$$\frac{df_0}{dt_0} = F_1, \quad \frac{d^2r_0}{dt_0^2} - \frac{f_0^2}{r_0^3} + \frac{M}{r_0^2} = F_2.$$

» On prend d'ordinaire $F_1 = 0$, $F_2 = 0$, par conséquent $f_0 = \text{const.}$, de sorte que l'orbite fondamentale est une ellipse keplérienne $\left(\text{elle le serait encore si l'on prenait } F_2 = \frac{\mu}{r_0^2}\right)$; en posant $f_0^2 = Mp$, et confondant ici v_0 avec l'anomalie, on a

$$\frac{p}{r_0} = 1 + e\cos v_0.$$

» Il faut maintenant faire une hypothèse par laquelle se détermine la fonction t_0. Hansen prend

$$\varpi = 0, \quad v = v_0, \quad \text{d'où} \quad \frac{dt_0}{dt} = \frac{f}{f_0}\left(\frac{r_0}{r}\right)^2.$$

On trouve alors

$$\frac{d\tau}{dt} = \frac{f}{f_0}\left(\frac{r_0}{r}\right)^2 - 1, \quad r_0^2\frac{d^2\rho}{dt^2} = r_0\frac{d^2r}{dt^2} - r\frac{d^2r_0}{dt_0^2}\left(\frac{dt_0}{dt}\right)^2 - \frac{r_0^2}{rf_0}\frac{dr_0}{dt_0}\frac{df}{dt},$$

ou bien

$$\frac{d^2\rho}{dt^2} + \frac{M\rho}{r^3} = \frac{M}{r^3}\left(\frac{f^2}{f_0^2} - 1\right) + \frac{1}{r_0}\frac{\partial\Omega}{\partial r} - \frac{e\sin v_0}{pr}\frac{\partial\Omega}{\partial v},$$

et ces équations servent à déterminer f, τ, ρ par des quadratures.

» M. Gyldén prend $\frac{dt_0}{dt} = \left(\frac{r_0}{r}\right)^2$, d'où $\frac{dt}{r^2} = \frac{dt_0}{r_0^2} = \frac{dv}{f} = \frac{dv_0}{f_0}$. On a, dans ce cas, si l'orbite fondamentale est une ellipse,

$$\frac{d\tau}{dt} = \left(\frac{r_0}{r}\right)^2 - 1, \quad \frac{d\varpi}{dv_0} = \frac{f}{f_0} - 1, \quad \frac{d^2\varpi}{dv_0^2} = \frac{r^2}{f_0^2}\frac{\partial\Omega}{\partial v},$$

et, en posant $\frac{1}{r_0} - \frac{1}{r} = \frac{\rho}{r} = \psi$,

$$f_0^2 \frac{d^2\psi}{dv_0^2} = r^2\frac{d^2 r}{dt^2} - r_0^2\frac{d^2 r_0}{dt_0^2},$$

ou bien

$$r_0\left(\frac{d^2\rho}{dt^2} + \frac{M\rho}{r^3}\right) = \frac{f_0^2}{r^2}\left(\frac{d^2\psi}{dv_0^2} + \psi\right) = \frac{f^2 - f_0^2}{r^3} + \frac{\partial\Omega}{\partial r}.$$

On a ainsi le moyen de déterminer f, ϖ, τ et ρ ou ψ.

» J'ai indiqué il y a quelque temps (¹) une autre méthode, qui consiste à faire $t = t_0$. Dans ce cas,

$$\frac{d\varpi}{dv_0} = \frac{f}{f_0}\left(\frac{r_0}{r}\right)^2 - 1, \quad \frac{f_0^2}{r_0^2}\frac{d^2\rho}{dv_0^2} = r_0\frac{d^2 r}{dt^2} - r\frac{d^2 r_0}{dt^2},$$

et, en posant $r - r_0 = r_0\rho = \varphi$,

$$\frac{d^2\varphi}{dt^2} + \frac{M}{r_0^3}\varphi = \frac{f_0^2}{r_0^3}\left(\frac{d^2\rho}{dv_0^2} + \rho\right) = \frac{f^2 - f_0^2}{r^3} + \frac{\partial\Omega}{\partial r} + M(r - p)\left(\frac{1}{r_0^3} - \frac{1}{r^3}\right).$$

Il s'agit donc ici de déterminer f, ϖ et ρ ou φ.

» L'orbite fondamentale cesse d'être une ellipse si, tout en prenant $F_1 = 0$, on fait, avec M. Gyldén, $F_2 = \mu r_0$, ou bien $F_2 = -\frac{\mu}{r_0^4}$, afin de reproduire approximativement un terme de $\frac{d\Omega}{dr}$. Pour intégrer l'équation de l'orbite, il faut alors recourir aux fonctions elliptiques, et M. Gyldén a résolu le problème de la manière la plus ingénieuse. Mais, comme l'a déjà remarqué M. Thiele, on aurait l'équivalent des termes en question en faisant $F_2 = \frac{\mu}{r_0^3}$ et en déterminant autrement le coefficient μ; l'orbite serait alors simplement une ellipse transformée : elle se déduirait d'une ellipse dont l'anomalie vraie serait w et le paramètre $p_1 = p + \frac{\mu}{M}$, en posant

---

(¹) *Bulletin des Sciences mathématiques*, juillet 1881.

$v_0 = \varpi\sqrt{\frac{p}{p_1}}$. Il y aurait là quelque chose d'analogue au mouvement du périhélie.

» On pourrait encore prendre $F_1 = 0$, $F_2 = \mu\frac{1 + 3\cos(\lambda v_0 + c)}{r_0^2}$, en représentant approximativement par $\lambda v_0 + c$ le double de l'angle formé par les rayons vecteurs de la planète et du corps troublant. Posant alors $f_0^2 = (M - \mu)p$, l'équation de l'orbite deviendrait

$$\frac{d^2\left(\frac{p}{r_0}\right)}{dv_0^2} + \frac{p}{r_0} = 1 - \frac{3\mu}{M - \mu}\cos(\lambda v_0 + c),$$

et l'on trouverait

$$\frac{p}{r_0} = 1 + e\cos v_0 + \frac{3\mu}{M - \mu}\,\frac{\cos(\lambda v_0 + c)}{\lambda^2 - 1}.$$

L'expression de $\frac{d^2\rho}{dv_0^2}$ contiendrait alors $\left(\frac{\partial\Omega}{\partial r} - \frac{r}{r_0}F_2\right)$ à la place de $\frac{\partial\Omega}{\partial r}$.

» On se rapprocherait du cas de l'ellipse transformée, et l'on trouverait r_0 en fonction de la variable $\varpi = v_0\sqrt{\frac{p_1}{p}}$, en posant $F_2 = \frac{\mu}{r_0^3} + \frac{3\mu_1\cos(\lambda\varpi + c)}{r_0^2}$.

» Au lieu de considérer f_0 comme une constante, on pourrait aussi faire $f_0 = \sqrt{Mp}\cdot\frac{dv_0}{d\varpi}$, en définissant ϖ par la relation $r_0^2\frac{d\varpi}{dt_0} = \sqrt{Mp}$, puis

$$F_1 = -\frac{3\mu\sin(\lambda\varpi + c)}{r_0^2}, \quad F_2 = \mu\frac{1 + 3\cos(\lambda\varpi + c)}{r_0^3}.$$

On trouverait alors

$$v_0 = \varpi + \frac{3k}{\lambda^2}\sin(\lambda\varpi + c), \quad k = \frac{\mu}{Mp},$$

et r_0 serait donné par l'équation

$$\frac{d^2\left(\frac{p}{r_0}\right)}{d\varpi^2} + \frac{p}{r_0}\left\{\left[1 + \frac{3k}{\lambda}\cos(\lambda\varpi + c)\right]^2 + k + 3k\cos(\lambda\varpi + c)\right\} = 1. \text{ »}$$

ASTRONOMIE. — *Observations astronomiques sans mesures d'angles* [1]. Note de M. **Ch. Rouget**, présentée par M. F. Perrier.

I. Perfectionnement des formules qui utilisent les trajectoires combinées. — II. Doubles solutions d'une même trajectoire. — III. Théorie des observations circumzénithales : son application a la détermination de la longitude par l'heure du passage de la Lune dans le vertical d'une étoile passant près du zénith.

« Les trajectoires ou grands cercles de vision simultanée de deux astres dans le même azimut, dans des azimuts différant de 180°, ou de même hauteur au-dessus de l'horizon, ont été définies : par l'angle A qu'elles font avec l'équateur, et par l'ascension droite $\theta\varepsilon$ de leur nœud ou point d'intersection le plus voisin avec l'équateur : elles sont toujours verticales.

» Si l'on observe au lieu z, dont la latitude est l et le temps sidéral $\theta\varepsilon$, deux phénomènes de ce genre à un intervalle de temps sidéral K, on a, en conservant à l'angle A sa généralité, à partir de la direction ouest de l'équateur, les deux équations

$$\tang l = \sin(\theta\varepsilon_1 - \theta l_1)\tang A_1, \tag{1}$$
$$\tang l = \sin(\theta\varepsilon_2 - \theta l_2)\tang A_2. \tag{2}$$

» Convenons de poser

$$\theta\varepsilon_2 + \theta\varepsilon_1 = \Sigma,$$
$$\theta\varepsilon_2 - \theta\varepsilon_1 = \lambda,$$
$$\theta l_2 + \theta l_1 = S,$$
$$\theta l_2 - \theta l_1 = K,$$

quantités connues au moyen des formules précédemment données.

» On tire facilement de ces formules l'équation

$$\tang\left(\tfrac{1}{2}\Sigma - \tfrac{1}{2}S\right) = \frac{\sin(A_1 + A_2)}{\sin(A_1 - A_2)}\tang\left(\tfrac{1}{2}\lambda - \tfrac{1}{2}K\right). \tag{3}$$

» Or on a

$$\tfrac{1}{2}S + \tfrac{1}{2}K = \theta l_2, \quad \tfrac{1}{2}S - \tfrac{1}{2}K = \theta l_1.$$

» Donc la formule (3), donnant la valeur de S, fait connaître le temps sidéral, sans que l'on ait besoin de connaître la latitude.

(1) Suite aux Mémoires des 3 et 10 janvier 1881.

» Si l'on multiplie les formules (1) et (2) l'une par l'autre et que l'on appelle φ l'angle $(\frac{1}{2}\Sigma - \frac{1}{2}S)$, on arrive facilement à l'équation

$$(4)\quad \tang l = \frac{2\sin\frac{1}{2}(\lambda - K)\sin A_1 \sin A_2 \cos\varphi}{\sin(A_1 - A_2)} = \frac{2\cos\frac{1}{2}(\lambda - K)\sin A_1 \sin A_2 \sin\varphi}{\sin(A_1 + A_2)},$$

qui donne la latitude sans passer explicitement par le temps sidéral.

» II. Les nœuds d'une trajectoire sont à l'équateur distants de douze heures : donc il en sera de même des époques de verticalité; donc les doubles solutions seront séparées par un intervalle de douze heures, ce qui est impossible à la latitude zéro.

» A la latitude égale à l'angle A, la trajectoire ne coupe plus le parallèle en deux points, elle ne fait que le toucher : il n'y a qu'une solution possible, et aucune pour les latitudes supérieures. Entre le parallèle $l = A$ et l'équateur, il y a deux intersections, et il peut y avoir deux solutions du même phénomène, si les astres sont sur l'horizon.

» En faisant une figure, on voit de suite, à cause de la symétrie autour du méridien qui passe par le point de contact du parallèle $l = A$, que, en appelant K l'intervalle qui sépare les deux époques où le phénomène est visible, on a sur un parallèle intermédiaire quelconque

$$\tfrac{1}{2}K = 90^\circ - (\theta l_1 - \theta\varepsilon_1) \quad \text{et} \quad \tfrac{1}{2}K = 90^\circ - (\theta\varepsilon_2 - \theta l_2)$$

d'où

$$K = 12^h - 2(\theta l_1 - \theta\varepsilon_1) \quad \text{et} \quad K = 12^h - 2(\theta\varepsilon_2 - \theta l_1).$$

Donc les formules deviennent

$$(4)\qquad \tang l = \cos\tfrac{1}{2}K \tang A,$$

$$(5)\qquad \tang(\theta l_1 - \theta\varepsilon_1) = \cot\tfrac{1}{2}K.$$

Elles donnent la latitude et le temps sidéral très simplement.

» III. Si l'on considère une étoile passant assez près du zénith, lors de son passage au méridien, et que l'on appelle α' et D' ses coordonnées, en supposant $D' < l$ et $\alpha' < \theta l$, la formule des azimuts peut s'écrire

$$\tang A_z l = \frac{2\cos D' \tang\frac{1}{2}(\theta l - \alpha')}{\sin(l - D') - \sin(l + D')\tang^2\frac{1}{2}(\theta l - \alpha')};$$

au passage au méridien $\theta l = \alpha'$ et $\tang A_z l = 0$ pour

$$\tang^2\tfrac{1}{2}(\theta l - \alpha') = \frac{\sin(l - D')}{\sin(l + D')}, \qquad \tang A_z l = \infty.$$

» Donc, si D′ diffère peu de l, l'azimut croîtra très rapidement de 0° à 90°

» Si $D' > l$ et $\alpha' > \theta l \varepsilon$, on peut prendre la formule ordinaire des azimuts

$$\operatorname{tang} A_z l = \frac{\sin(\alpha' - \theta l)}{\operatorname{tang} D' \cos l - \sin l \cos(\alpha' - A l)}.$$

» Alors l'azimut ne peut plus atteindre 90°, car on aurait

$$\cos(\alpha' - \theta l) = \frac{\operatorname{tang} D'}{\operatorname{tang} l},$$

quantité plus grande que l'unité, par hypothèse, ce qui est impossible.

» Le maximum indiqué par la dérivée, aussi bien que par la considération géométrique de la position du plan azimutal quand il est tangent au parallèle de l'étoile, est $\operatorname{tang} A_2 = \frac{\cos D'}{\sqrt{\sin(D' + l \sin)(D' - l)}}$, correspondant à $\cos(\alpha' - \theta l) = \frac{\operatorname{tang} l}{\operatorname{tang} D'}$.

» Je propose de prendre cette trajectoire pour une étoile $\varepsilon'(\alpha', D')$ dont la déclinaison excède peu l. Elle marche très rapidement autour du zénith comme pivot, et en *sens inverse* du mouvement diurne. Si l'on prend un autre astre dont la déclinaison D soit inférieure à l, sa trajectoire marche *comme le mouvement diurne;* les deux trajectoires vont donc *au-devant l'une de l'autre,* et *leurs vitesses s'ajoutent.*

» Donc, si l'on prend la Lune pour un des deux astres, la trajectoire de l'étoile mue par son *mouvement relatif* passera sur la Lune avec une grande rapidité, surtout si on les prend l'une et l'autre *près du méridien,* et de *part et d'autre de celui-ci.*

» Prenons pour exemple, le 28 juin 1882, l'étoile γ du Serpent et la Lune. J'ai trouvé qu'à Paris la Lune et l'étoile avaient le même azimut à $11^h 19^m 40^s$ de temps moyen; or, ce jour-là, le demi-diamètre de la Lune mettait $70^s,8$ à passer au méridien, tandis que la durée du passage azimutal de ce demi-diamètre n'est que de $5^s,3$, plus de treize fois moindre (*voir* le Mémoire).

» Je propose de profiter de cette théorie pour déterminer la longitude par le procédé que j'ai indiqué le 10 janvier 1881, modifié en ce sens, que l'on observe alors simultanément la Lune et l'étoile, comme on le fait pour deux étoiles ayant le même azimut au même instant. On se trouve alors dans des conditions meilleures, puisque l'erreur à commettre sur l'heure du passage se trouve considérablement diminuée.

» Je propose de donner à ces observations le nom d'*observations circumzénithales*.

» Je fais construire un instrument spécial, monté sur centre, pouvant donner, dans la même lunette, les images des deux astres au moment de leur passage dans le même azimut. »

MÉCANIQUE. — *Sur le choc d'une plaque élastique plane, supposée indéfinie en longueur et en largeur, par un solide qui vient la heurter perpendiculairement en un de ses points et qui lui reste uni.* Note de M. **J. Boussinesq**, présentée par M. de Saint-Venant.

« Appelons μ la masse de ce solide, rapportée à celle de la plaque par unité d'aire, φ le déplacement, à l'époque t, d'un point (x, y) du feuillet moyen de la plaque, r la distance de ce point au point heurté, pris lui-même pour origine et où est censée concentrée la masse μ, enfin $F(t)$ l'impulsion extérieure totale jusqu'à l'époque t (impulsion que nous supposerons d'abord continue), exercée dans le sens normal des z sur cette masse μ, que l'on imagine avoir été primitivement en repos. La fonction φ de r et t devra satisfaire : 1° à l'équation indéfinie $\varphi''_t = -a^2 \Delta_2 \Delta_2 \varphi$, où a désigne le quotient, par $\sqrt{3}$, du produit de la demi-épaisseur h de la plaque et de la vitesse ω avec laquelle s'y propagent les vibrations longitudinales, c'est-à-dire parallèles à son plan et accompagnées de changements dans sa densité superficielle (ou masse par unité d'aire); 2° aux conditions spéciales $\varphi = 0$ (pour $t = -\infty$), $\varphi = 0$ (pour r infini),

$$\varphi'_r = 0 \text{ (pour } r = 0), \quad \mu\varphi''_t + 2\pi r a^2 \frac{d\Delta_2\varphi}{dr} = F'(t) \text{ (pour } r = 0),$$

dont les trois premières sont évidentes et dont la dernière exprime que la force extérieure $F'(t)$ se partage entre la masse μ, à laquelle elle imprime l'accélération φ''_t, et la plaque, sur laquelle elle exerce, le long d'une circonférence infiniment petite $2\pi r$, un effort tranchant exprimé par le second terme de l'équation. La méthode d'intégration indiquée dans ma Note du 20 février 1882 (*Comptes rendus*, t. XCIV, p. 514) conduit aisément à l'expression de φ, qui est

$$(1) \qquad \varphi = \int_0^{\infty} f\left(at - \frac{r^2}{2\zeta}\right) \sin\frac{\zeta}{2} \frac{d\zeta}{\zeta};$$

d'où

(1 *bis*) $$(\text{pour } r = 0) \quad \varphi = \frac{\pi}{2} f(at);$$

$f(a)$ désignant la fonction suivante, nulle pour $at = -\infty$:

(2) $$f(at) = \frac{1}{4\pi a}\left[\mathrm{F}(t) - \int_{-\infty}^{t} e^{8a\frac{\theta - t}{\mu}} \mathrm{F}'(\theta)\, d\theta\right].$$

» En effet, si l'on calcule, par la méthode ordinaire de la différentiation sous le signe $\int$, les dérivées partielles successives de φ en r, en effectuant, à l'occasion, des intégrations par parties basées sur ce que

$$f''\left(at - \frac{r^2}{2\zeta}\right)\frac{r^2}{2\zeta^2}$$

est la dérivée, par rapport à ζ, de $f'\left(at - \frac{r^2}{2\zeta}\right)$ et de $f'\left(at - \frac{r^2}{2\zeta}\right) - f'(at)$, on trouve successivement

(3) $$\frac{d\varphi}{dr} = -\int_0^\infty f'\left(at - \frac{r^2}{2\zeta}\right)\frac{r}{\zeta^2}\sin\frac{\zeta}{2}\, d\zeta,$$

(4) $$\frac{d^2\varphi}{dr^2} - \frac{1}{r}\frac{d\varphi}{dr} = \int_{\zeta=\infty}^{\zeta=0} f'\left(at - \frac{r^2}{2\zeta}\right) d\left(\frac{2}{\zeta}\sin\frac{\zeta}{2}\right) = (\text{pour } r \text{ nul})\, f'(at),$$

(5) $$\frac{d^2\varphi}{dr^2} + \frac{1}{r}\frac{d\varphi}{dr} \quad \text{ou} \quad \Delta_2\varphi = -\int_0^\infty f'\left(at - \frac{r^2}{2\zeta}\right)\cos\frac{\zeta}{2}\,\frac{d\zeta}{\zeta},$$

(6) $$\left\{\begin{array}{l} r\dfrac{d\Delta_2\varphi}{dr} = 2f'(at) + \displaystyle\int_0^\infty \left[f'\left(at - \frac{r^2}{2\zeta}\right) - f'(at)\right]\sin\frac{\zeta}{2}\, d\zeta, \\ \dfrac{1}{r}\dfrac{d}{dr}\left(r\dfrac{d\Delta_2\varphi}{dr}\right) \quad \text{ou} \quad \Delta_2\Delta_2\varphi = -\displaystyle\int_0^\infty f''\left(at - \frac{r^2}{2\zeta}\right)\sin\frac{\zeta}{2}\,\frac{d\zeta}{\zeta}; \end{array}\right.$$

et il en résulte que toutes les équations du problème sont bien satisfaites, si l'on a soin, pour démontrer l'annulation de φ'_r à la limite $r = 0$, de faire, dans (3), varier ζ : 1° d'abord, de zéro à un petit nombre $\varepsilon = \mathrm{N} r^2$ (N étant très grand et r infiniment petit), intervalle où le sinus de $\frac{1}{2}\zeta$ est moindre que $\frac{1}{2}\varepsilon$, et auquel correspond, quand on y substitue $\frac{1}{2}\varepsilon$ à $\sin\frac{1}{2}\zeta$, une intégrale immédiatement évaluable, de l'ordre de r; 2° de ε à ∞, intervalle où la fonction f' peut alors être réduite à $f'(at)$ et auquel correspondra une intégrale négligeable aussi, qui est visiblement de l'ordre de $r \log r$.

» Le premier membre de (4) exprime l'excès de la courbure du méridien de la plaque sur l'autre courbure principale de celle-ci, excès valant le rapport, à la demi-épaisseur h, de la différence des deux dilatations prin-

cipales correspondantes ∂, ∂', éprouvées par le feuillet superficiel inférieur; et le dernier membre de (4) montre que, sur le bord $2\pi r$ de la très petite partie directement ébranlée, ce rapport égale sensiblement $f'(at)$, c'est-à-dire, vu la relation (1 *bis*), le produit du double de la vitesse v ou φ'_t par l'inverse du facteur πa. On en déduit, à cause de la valeur de a,

$$(7) \qquad \partial - \partial' = \frac{2\sqrt{3}}{\pi}\frac{v}{\omega}, \quad \text{ou} \quad \frac{v}{\omega} = \frac{\pi}{2\sqrt{3}}(\partial - \partial') = (0,9069)(\partial - \partial'),$$

relation assez analogue à celle, $kv = -\omega\partial$, que j'ai démontrée pour le choc transversal d'une barre (*Comptes rendus*, t. XCIV, p. 1044). Il en résulte que *le rapport de la vitesse prise par la petite partie directement ébranlée de la plaque à la vitesse de propagation des sons longitudinaux dans la même plaque ne peut atteindre les* 0,9069 *de la plus grande dilatation linéaire admissible (ou purement élastique) de sa matière, sans que le bord de la partie considérée éprouve une altération persistante.* Ainsi s'explique la rupture qui se produit, instantanément et nettement, à l'endroit heurté, quand la vitesse V du corps heurtant dépasse une certaine limite, la même pour une infinité de valeurs très différentes de la masse μ de ce corps.

» Dans le cas d'un pareil choc, opéré à l'époque $t = 0$, l'impulsion $F(t)$, nulle pour $t < 0$, devient μV dès que t dépasse sensiblement zéro; et la formule (2) donne

$$(\text{pour } t < 0) \quad f(at) = 0,$$
$$(\text{pour } t > 0) \quad f(at) = \frac{\mu V}{4\pi a}\left(1 - e^{-\frac{8at}{\mu}}\right).$$

En portant ces valeurs dans (1), on reconnaît : 1° que *le déplacement du point heurté tend vers la limite* $\frac{\mu V}{8a}$, *contrairement à ce qui arrive dans le cas du choc transversal d'une barre indéfinie, où ce déplacement grandit sans limite, quoique la vitesse y tende encore vers zéro;* 2° que, de plus, *une fois le point heurté parvenu sensiblement dans sa nouvelle situation de repos, les anneaux concentriques environnants, qui composent la plaque, viennent se ranger autour de lui, dans un même plan parallèle à leur plan primitif, au bout de temps proportionnels aux carrés de leurs rayons.* »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les variations de la pesanteur.* Note de M. MASCART.

« Depuis longtemps, on a émis l'idée qu'il serait possible de mesurer les variations de la pesanteur, en différents points du globe, par la hauteur de la colonne de mercure qui fait équilibre à la pression d'une même masse de gaz à température constante. J'ai essayé de mettre cette méthode en pratique : l'expérience a montré qu'elle est susceptible de la plus grande précision.

» L'appareil se compose d'une sorte de baromètre à siphon, dont la courte branche est fermée et contient une certaine quantité de gaz. Pour éviter l'oxydation du mercure et la perte de pression qui en résulterait, j'ai employé de l'acide carbonique; ce gaz a été introduit à une pression assez grande pour faire équilibre à une colonne de mercure de 1^m, lorsque le tube est tenu verticalement.

» Les difficultés principales que l'on rencontre dans l'expérience consistent dans la détermination de la température et dans la mesure du niveau du mercure au moyen d'une échelle divisée. L'instrument est placé dans un cylindre métallique plein d'eau, que l'on agite en y insufflant de l'air par une poire de caoutchouc; un thermomètre divisé en $\frac{1}{50}$ de degré permet d'évaluer la température, au moins en valeurs relatives, à moins de $\frac{1}{100}$ de degré. L'échelle divisée est collée sur le tube barométrique lui-même; on la voit par réflexion sur une surface dorée, qui renvoie l'image virtuelle dans l'axe même du tube, et le mercure s'observe au travers de la couche d'or, comme dans les prismes de M. Govi. On peut ainsi, par un seul microscope, viser en même temps le niveau du mercure et la division correspondante de l'échelle, ce qui élimine toute erreur de parallaxe. Cette échelle est divisée en dixièmes de millimètre, et, quand l'éclairage est convenablement réglé par des réflecteurs, il est très facile d'estimer le centième de millimètre.

» Pour soumettre la méthode à une épreuve décisive, j'ai déterminé, par une série d'observations au Collège de France, la relation empirique qui existe entre les hauteurs apparentes du mercure et la température; j'ai transporté ensuite l'instrument au Plessis-Piquet, sur un pavillon dont l'altitude est de 180^m environ; puis, je l'ai rapporté dans le laboratoire du Collège de France. La différence moyenne des lectures a été de $0^{mm},027$; le calcul montre, en effet, que, entre ces deux stations, dont la différence

d'altitude n'atteint pas 150^m, le changement de la hauteur du mercure devait être de $\frac{2}{100}$ à $\frac{3}{100}$ de millimètre, c'est-à-dire une quantité à peine supérieure à la limite d'exactitude que comporte l'expérience. Sans doute, l'instrument est assez incommode à transporter, parce qu'il faut éviter la rentrée du gaz dans la chambre barométrique; mais je crois que la difficulté n'est pas insurmontable, et je me propose d'en faire bientôt l'essai pour de grandes distances.

» Au point de vue de la sensibilité, cette méthode ne paraît pas inférieure à l'observation la plus soignée des oscillations d'un pendule. Si l'on détermine à $\frac{1}{100}$ de millimètre près, ce que je crois réalisable, la hauteur de la colonne de mercure, la variation correspondante de la longueur du pendule serait aussi de $\frac{1}{100}$ de millimètre, ce qui produirait un changement inférieur à une demi-seconde par jour, ou $\frac{1}{50}$ de seconde pendant une heure. C'est là un degré de précision que l'on a dû rarement atteindre dans les observations du pendule. »

M. **Boussingault**, à l'occasion de cette Communication, rappelle que, pendant son séjour à l'Équateur, il a été conduit à rechercher si, dans une même localité, la pesanteur n'éprouverait pas des variations dans son intensité, analogues à celles qui ont été signalées d'abord par de Chanvalon pour le magnétisme, et confirmées par Hansteen.

« L'appareil employé, dit-il, avait, je crois, certaine analogie avec celui qui est adopté par M. Mascart, pour étudier la variation de la pesanteur dans différentes stations. En voici une description sommaire :

» Dans un ballon en verre épais, d'une capacité de 8^{lit}, on a établi un baromètre plongeant dans une petite cuvette pleine de mercure. Le tube gradué portait un curseur muni d'un vernier, permettant d'apprécier une longueur de $\frac{1}{20}$ de millimètre. Le ballon, après avoir été rempli d'air sec, a été fermé. La partie supérieure du tube, sortant au dehors du vase, avait environ 0^m,40. L'air sec enfermé était soumis à une pression d'à peu près 640^{mm}. L'observation eut lieu près des mines de Marmato, à l'altitude de 1600^m.

» Le point capital, dans cette recherche, était d'installer l'appareil là où la température resterait invariable. La situation permettait de satisfaire à cette condition. En effet, dans la région équinoxiale, la zone de température invariable est à moins de 1^m de profondeur. Dans un cellier, sous une toiture, un thermomètre enfoncé dans la terre à quelques décimètres

reste stationnaire. Pour plus de sécurité, on enterra le ballon dans le sol d'une galerie de la mine d'argent de *Sachafruto*, abandonnée depuis longtemps. Quelques jours après, quand on jugea l'équilibre de température établi entre l'appareil et le sol, on commença les observations. L'air de la galerie a été constamment à 20°,5.

» La hauteur de la colonne barométrique n'a pas varié. On en a conclu qu'il n'y avait pas eu de changement perceptible dans l'intensité de la pesanteur, durant l'expérience faite aux mines de Marmato [1]. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les paratonnerres*. Note de M. **Melsens**. (Extrait.)

« Je me propose de répondre plus tard, d'une manière complète, aux diverses objections qui ont pu être faites à mon système de paratonnerre. Je discuterai, en particulier, l'opinion qui consiste à voir un danger dans l'emploi d'une sorte de cage, formée par des *conducteurs multiples*, entre lesquels on a paru redouter la production d'étincelles, par induction électrostatique.

» Je me contenterai, pour aujourd'hui, de rappeler une expérience qui me semble capitale et qui a été jugée telle par beaucoup de physiciens. Cette expérience vient à l'appui de celles de Faraday, qui prouvent qu'aucune manifestation électrique n'est possible dans une cage, à parois métalliques continues ou à mailles métalliques, mise en communication parfaite avec le réservoir commun.

» Un animal quelconque, lapin, cobaye, oiseau, poisson, grenouille, etc., est placé dans une sphère creuse, à mailles métalliques plus ou moins serrées, mise sur l'armature d'une forte batterie de Leyde ou suspendue au-dessus des armatures. On essaye de foudroyer l'animal par la décharge de la puissante batterie dont je fais usage. L'animal, loin d'être foudroyé, ne paraît éprouver aucune action d'une étincelle, qui lui donnerait une commotion dangereuse ou même mortelle, s'il n'était pas protégé par la cage métallique.

» La cage métallique représente mon paratonnerre; l'animal qui y est enfermé représente l'édifice avec ses habitants et les matières inflammables qu'il peut contenir. Je ferai remarquer, d'ailleurs, que mon paratonnerre est armé de pointes nombreuses, qui n'ont certainement pas la

---

[1] Dans une Note, je donnerai les observations détaillées et la relation d'expériences faites avec un pendule décrit par La Condamine.

propriété de provoquer des manifestations électriques dans l'*intérieur* d'une cage métallique, surtout si elle est en communication parfaite avec le réservoir commun, comme je l'exige toujours, par un ou plusieurs contacts à la terre humide ou puits, avec larges surfaces métalliques, ou, dans une ville, par les canalisations d'eau et de gaz. »

CHIMIE. — *Sur l'hydrate d'hydrogène sulfuré*. Note de M. DE FORCRAND, présentée par M. Berthelot.

« MM. Cailletet et Bordet ont communiqué à l'Académie (*Comptes rendus*, 10 juillet dernier) des recherches sur divers hydrates qui se forment par la pression et la détente. Ils ont étudié notamment un hydrate d'hydrogène sulfuré, dont j'ai indiqué précédemment la formation, la composition, la variation avec la pression et le point critique, dans une Note présentée à l'Académie le 3 avril 1882 (*Comptes rendus*, t. XCIV, p. 967). Je demande la permission de rappeler ce travail, qui aura échappé à ces savants auteurs; je l'ai développé plus complètement dans une Thèse acceptée par la Faculté des Sciences de Paris, et aujourd'hui imprimée dans les *Annales de Chimie et de Physique*.

» Cette Thèse renferme l'étude détaillée de toute une famille de composés du même ordre, plus stables que l'hydrate d'hydrogène sulfuré, et qui se forment par l'union de l'eau, de l'acide sulfhydrique et d'un grand nombre de substances organiques, telles que le chloroforme, le sulfure de carbone, etc. Ces corps cristallisés paraissent devoir être rapprochés de celui que MM. Cailletet et Bordet ont obtenu en comprimant ensemble l'hydrogène phosphoré, l'eau et le sulfure de carbone.

» J'ai constaté que l'on peut obtenir également un hydrate d'hydrogène sélénié, en comprimant l'acide sélénhydrique en présence de l'eau.

» Enfin, j'ai pu préparer des cristaux analogues avec le chlorure de méthyle et l'eau. Ce dernier composé peut prendre naissance dans d'autres circonstances, comme l'a indiqué M. Berthelot (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XLVI, p. 490). »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Recherches sur l'emploi des manomètres à écrasement pour la mesure des pressions développées par les substances explosives.* Note de MM. SARRAU et VIEILLE, présentée par M. Berthelot.

« 1. Nous avons dit, dans une précédente Communication [1], que la mesure par les manomètres à écrasement des pressions développées par les explosifs exigeait l'étude théorique du mouvement du piston écrasant le cylindre sous l'action d'une force fonction quelconque du temps. Désignons par

$f(t)$ la pression variable sur la base du piston,
m la masse du piston,
R la résistance du cylindre,
u le déplacement du piston après le temps t.

» L'équation du mouvement du piston est

$$m\frac{d^2u}{dt^2} + \mathrm{R} = f(t).$$

» D'après les résultats du tarage adopté, la résistance R peut être représentée, entre certaines limites, par une relation linéaire $\mathrm{R} = k_0 + ku$. Nous appliquons cette relation dès l'origine du mouvement [2] et nous réglons les expériences de manière que les écrasements n'excèdent pas la limite de $5^{mm},5$, au delà de laquelle la formule linéaire cesse d'être exacte. En conséquence, l'équation du mouvement devient

$$m\frac{d^2u}{dt^2} + ku + k_0 = f(t).$$

» 2. Cette équation est intégrable, et, lorsque la fonction $f(t)$ passe par un maximum, on obtient par l'intégration la relation qui existe entre ce maximum P et l'écrasement final ε du cylindre. Cette relation est de la

---

(1) *Comptes rendus*, séance du 3 juillet 1882.

(2) En fait, la résistance est une fonction dont la valeur est égale, à l'origine du mouvement, à la réaction élastique du cylindre; elle est donc nulle avec la variable, mais elle se confond sensiblement avec la fonction linéaire dès que le cylindre a subi une déformation permanente très petite, et nous nous sommes assurés que l'erreur commise en admettant la formule linéaire dès l'origine du mouvement est tout à fait négligeable.

forme

$$P = k_0 + \frac{k\varepsilon}{1 + \varphi\left(\frac{\tau}{\tau_0}\right)},$$

en désignant par

τ le temps qui sépare la production du maximum de l'origine du mouvement,

τ_0 la durée de l'écrasement du cylindre par une force constante agissant sans vitesse initiale par l'intermédiaire d'un piston de masse égale à m,

φ une fonction qui est égale à l'unité quand la variable est nulle et décroît rapidement quand la variable croît.

» 3. La valeur à attribuer à P, pour une valeur mesurée de ε, dépend donc essentiellement du rapport $\frac{\tau}{\tau_0}$. Ce rapport constitue la variable caractéristique du phénomène, et il importe d'en connaître, dans chaque cas particulier, la valeur au moins approchée.

» Il est nécessaire de déterminer à cet effet les durées τ_0 et τ.

» La durée τ_0 est donnée par la formule

$$\tau_0 = \pi\left(\frac{m}{k}\right)^{\frac{1}{2}}.$$

» La durée τ se déduit, dans chaque cas, par des relations théoriques approchées, de la durée de l'écrasement du cylindre mesurée avec un appareil enregistreur spécial.

» 4. Pour déterminer par expérience la durée de l'écrasement, et même la loi complète du mouvement du piston pendant l'écrasement, la bombe où l'on produit l'explosion est munie d'un appareil crusher dont le piston porte une plume courte et mince en clinquant d'acier.

» Devant cette plume tourne, avec une vitesse de 5^m par seconde environ, un cylindre recouvert de papier enfumé.

» Avant l'explosion, la plume trace un cercle correspondant à la position initiale. On enflamme l'explosif; pendant que le piston chemine sous la pression des gaz, la plume trace une courbe sur le cylindre, puis décrit de nouveau un cercle correspondant à la position finale.

» Un diapason entretenu électriquement en vibration trace sur le cylindre, au moment de la mise de feu, une sinusoïde dont chaque ondulation correspond à un temps rigoureusement déterminé par un tarage préalable.

» La longueur de l'ondulation de la sinusoïde donne la vitesse du cylindre; la durée de l'écrasement se déduit de la distance, estimée suivant la section droite du cylindre enregistreur, comprise entre les deux points de raccordement de la courbe tracée par la plume avec les cercles décrits à l'origine et à la fin du mouvement.

» La courbe peut d'ailleurs être relevée par points au moyen de lectures au microscope; elle donne la loi du mouvement du piston en fonction du temps.

» 5. Ce dispositif nous a permis d'enregistrer avec régularité des mouvements dont la durée, pour certains explosifs à combustion rapide, n'était que de trois ou quatre dix-millièmes de seconde.

» Nous ferons connaître, dans une prochaine Communication, les résultats d'expérience que nous avons obtenus avec cet appareil, en produisant la décomposition en vase clos des principales substances explosives, et nous déduirons de ces résultats la mesure exacte de la pression maximum développée par les produits de la décomposition. »

CHIMIE. — *Sur les degrés de nitrification limites de la cellulose.* Note de M. **Vieille**, présentée par M. Berthelot.

« 1. Des formules très diverses ont été proposées pour représenter la composition des produits nitrés dérivés de la cellulose et, en particulier, la composition des produits de nitrification maximum et minimum. Les composés signalés ont d'ailleurs été obtenus par des procédés qui diffèrent à la fois par la température de la réaction, la concentration des acides et la nature des mélanges sulfonitriques employés : aussi les résultats ne sont-ils pas susceptibles d'une interprétation générale.

» 2. Nous avons pensé qu'il y avait lieu de reprendre cette étude.

» La *nitrification* est obtenue en immergeant le coton en ouate dans 100 à 150 fois son poids d'acide nitrique à divers degrés de concentration et à la température de 11°. On supprime ainsi toute élévation de température, et le titre acide du bain peut être considéré comme constant pendant toute la durée du trempage.

» La teneur en azote du produit nitrifié est déterminée par la méthode de M. Schlœsing.

Densité de l'acide nitrique.	Composition de l'acide.	Nombre de centim. cubes de bioxyde d'azote dégagés par 1gr de produit nitré, 0° et 760mm.	Caractères des échantillons.
1,502...	$AzO^5 + 1,45HO$	202,1 cc	Le produit nitré a l'aspect du coton. Il est complètement soluble dans l'éther acétique, très peu soluble dans le mélange d'alcool et d'éther.
1,497...	»	197,9	
1,496...	$AzO^5 + 1,68HO$	194,4	Soluble complètement dans l'éther acétique et dans le mélange d'alcool et d'éther. Le coton n'est pas attaqué.
1,492...	»	187,3	
1,490...	$AzO^5 + 1,87HO$	183,7	
1,488...	$AzO^5 + 2,07HO$	165,7	Le produit nitré conserve l'aspect du coton. Il devient seulement gélatineux et filant par l'action de l'éther acétique et de l'alcool-éther.
1,483...	$AzO^5 + 2,13HO$	164,6	
1,476...	$AzO^5 + 2,27HO$	141,1 / 139,8	Le coton se dissout dans l'acide en donnant une liqueur visqueuse précipitable par l'eau. Le produit ainsi obtenu gonfle par l'action de l'éther acétique et devient gélatineux sans se dissoudre. L'alcool-éther est sans action.
1,472...	»	140,0	
1,469...	$AzO^5 + 2,50HO$	139,7	
1,463...	»	128,6	Le produit nitré, extrêmement friable, est recueilli sous forme de pâte. L'éther acétique, comme l'alcool et l'éther, sont sans action sur lui.
1,460...	$AzO^5 + 2,76HO$	122,7	
1,455...	»	115,9	
1,450...	$AzO^5 + 3,08HO$	108,9	
1,442...	»	»	Résidus de plus en plus faibles, noircissant fortement par l'action d'une solution d'iode. Nitrification incomplète et insignifiante.
1,430...	»	»	

» Le nombre de centimètres cubes indiqué dans la troisième colonne répond, pour chaque degré de concentration de l'acide, à la nitrification maximum. Ce maximum est déterminé, dans chaque cas, par l'analyse d'échantillons ayant subi des temps de trempage croissants. La limite est d'ailleurs très nettement indiquée par l'emploi d'une solution d'iode dans l'iodure de potassium, qui donne une coloration noire ou verdâtre aux produits nitrés renfermant des traces de coton non attaqué (1).

» 3. Le Tableau qui précède montre combien est étroite la zone des

(1) Ainsi l'échantillon trempé dans l'acide de densité 1,488 donne, au bout de vingt-quatre heures de trempage, 161cc et se colore par l'acide. Au bout de soixante-dix heures, il donne 165cc,7 sans coloration.

D'autre part, l'échantillon trempé dans l'acide de densité égale à 1,490 cesse de noircir par l'iode après un trempage de vingt-quatre heures et donne 183cc,7. Au bout de cent vingt-huit heures, le même échantillon donne 183cc,8.

cotons azotiques pouvant donner des collodions, et quelle faible variation dans le titre de l'acide suffit à donner des produits insolubles dans l'éther. Deux échantillons de coton à collodion ordinaire, provenant l'un de la fabrication de M. Rousseau, et l'autre de celle de MM. Billault et Billaudot, m'ont donné des chiffres identiques $\left\{ \begin{matrix} 183^{cc},2 \\ 183^{cc},8 \end{matrix} \right.$. Un troisième échantillon, désigné sous le nom de coton azotique à haute température, a donné $186^{cc},3$. Ces faits semblent donc prouver que les propriétés des celluloses nitrées, vis-à-vis des dissolvants, ne dépendent que de leur composition chimique.

» 4. Les durées de trempage qui déterminent la nitrification maximum sont très variables avec le degré de concentration de l'acide.

» L'action, rapide pour la densité 1,500 (deux à trois heures), se ralentit graduellement et exige cent-vingt heures pour la densité 1,483. Les produits nitrés correspondants conservent sensiblement l'aspect du coton primitif.

» Mais, au voisinage de la densité 1,470, l'action se modifie complètement. Le coton se gonfle, se dissout presque instantanément, transformant l'acide en un collodion épais et transparent. En faisant couler cette masse sirupeuse dans l'eau agitée, on obtient de petits copeaux blancs, opaques et cassants, qui ne conservent plus rien de la fibre primitive du coton. Dans ces conditions, la limite de nitrification est rapidement atteinte. Ainsi l'acide de densité 1,469 donne, après cinq minutes, $134^{cc},7$; après une demi-heure, $140^{cc},5$; après vingt heures, $139^{cc},3$.

» Lorsque la densité de l'acide tombe à 1,460, la dissolution cesse de se produire, l'action se ralentit beaucoup et le coton paraît inattaqué; mais on reconnaît, au lavage, que la fibre est devenue très friable. L'échantillon est recueilli sous forme de pâte. Les rendements s'abaissent en même temps bien au-dessous du chiffre théorique.

» Pour des densités inférieures à 1,450, cette dissolution du coton non précipitable par l'eau devient le phénomène principal. Au bout de quinze jours, on obtient, par noyage dans l'eau, un résidu insignifiant, noircissant et bleuissant d'une façon intense par l'iode, et dont le degré de nitrification est très faible.

» 5. Il paraît donc établi que le dernier produit nitré qu'il soit possible d'obtenir, par l'action de l'acide azotique sur le coton à la température de 11°, est le coton mononitré (qui dégagerait 108^{cc} de bioxyde d'azote). On l'obtient au moyen de l'acide nitrique à $3^{éq}$ d'eau (densité 1,450).

» 6. La limite supérieure de nitrification ne ressort pas du Tableau précédent, qui ne comprend que les résultats relatifs à la densité 1,502; mais cette limite peut être obtenue indirectement par l'emploi de mélanges sulfonitriques. Ces mélanges, usités pour la préparation du coton-poudre destiné aux usages militaires, donnent des produits dégageant 210^{cc} à 212^{cc} de bioxyde d'azote, complètement solubles dans l'éther acétique et insolubles dans l'éther alcoolisé.

» En opérant avec des soins particuliers, nous avons pu, à la température de 11°, dépasser un peu ces nombres et atteindre 214^{cc}. Cette limite reste très sensiblement la même, quelle que soit la proportion des acides sulfuriques et nitriques employés, alors même qu'on substitue à l'acide sulfurique monohydraté l'acide de Nordhausen.

» L'influence d'un grand excès d'acide sulfurique s'exerce principalement sur la vitesse de réaction, qui se trouve considérablement ralentie.

» Ce degré de nitrification répond sensiblement à la formule

$$C^{48}H^{29}(AzO^4)^{11}O^{40},$$

qui exigerait un dégagement de $215^{cc},6$. »

CHIMIE. — *Influence de la compressibilité des éléments, sur la compressibilité des composés dans lesquels ils entrent.* Note de M. L. TROOST.

« Les gaz simples qui ont un coefficient de compressibilité ou un coefficient de dilatation très différent de celui de l'air transportent-ils cette propriété dans les composés qu'ils forment? C'est une question que les propriétés remarquables de la vapeur d'iode permettent d'aborder.

» On sait par les recherches de M. V. Meyer, confirmées par celles de MM. Crafts et Meier et par les miennes, que la densité de la vapeur d'iode diminue notablement quand la température s'élève au-dessus de 700°; et que, par suite, son coefficient de dilatation augmente aux températures élevées. J'ai de plus établi que déjà à 440° le coefficient de compressibilité de cette vapeur diminue avec la pression, et mes expériences ont été vérifiées par celles de MM. Crafts et Meier.

» On peut différer sur l'hypothèse à faire pour expliquer ces phéno-

mènes, mais on est parfaitement d'accord sur la réalité des faits : le coefficient de dilatation de la vapeur d'iode croît avec la température, et son coefficient de compressibilité diminue avec la pression.

» J'ai recherché si ces propriétés se retrouvaient dans les combinaisons que l'iode forme avec d'autres corps simples, ayant d'ailleurs des coefficients de dilatation et de compressibilité voisins de celui de l'air.

» Pour résoudre cette question, il faut expérimenter sur des composés iodés non susceptibles de dissociation dans les conditions où l'on opère.

» Un grand nombre d'iodures se décomposant aux températures supérieures à 700°, il est difficile d'obtenir leur coefficient de dilatation pour ces températures.

» La difficulté est moindre quand il s'agit des coefficients de compressibilité, car on peut alors opérer à une température moins élevée. C'est cette partie de la question que j'essayerai d'abord de traiter.

» La vapeur d'iodure de mercure, qui ne se dissocie pas à la température de 440°, convient très bien pour ces expériences.

» Je me suis assuré par des déterminations préliminaires que le coefficient de compressibilité de la vapeur de mercure est à 440° très voisin de celui de l'air atmosphérique.

» Il suffit, pour s'en assurer, de prendre sa densité de vapeur sous de basses pressions; on constate qu'elle est la même qu'à la pression atmosphérique.

» Voici les résultats obtenus :

Excès de poids	$+0^{gr},537$	$-0^{gr},313$	$-0^{gr},331,5$
Température de la balance	18°,5	18°,4	18°,5
Pression atmosphérique à la pesée	$748^{mm},77$	$754^{mm},85$	$759^{mm},38$
Pression à la fermeture	$757^{mm},88$	$77^{mm},53$	$71^{mm},65$
Volume du ballon	241^{cc}	$331^{cc},3$	364^{cc}
Air resté à 0° sous 760^{mm}	$0^{cc},21$	$3^{cc},7$	$1^{cc},27$
Densité trouvée	6,95	6,91	6,94

» La densité théorique de la vapeur de mercure est 6,93. La vapeur de mercure a donc bien à 440° un coefficient très voisin de celui de l'air atmosphérique.

» En combinant le mercure avec le chlore, qui possède également, à la température de 440°, le même coefficient de compressibilité que l'air, on obtient le bichlorure de mercure, qui doit avoir, à cette température, le

même coefficient de compressibilité que l'air. C'est ce que prouvent les résultats suivants, obtenus en opérant successivement sous la pression atmosphérique et sous la pression de $74^{mm},63$:

Excès de poids....................	$+1^{gr},055$	$-0^{gr},238$
Température de la balance...........	$16^{o},5$	$16^{o},8$
Pression atmosphérique à la pesée.....	$757^{mm},46$	$760^{mm},58$
Pression à la fermeture.............	$757^{mm},14$	$74^{mm},63$
Volume du ballon..................	305^{cc}	317^{cc}
Air resté à 0° sous 760^{mm}...........	$0^{cc},9$	$0^{cc},05$
Densité trouvée....................	9,51	9,38
Densité théorique..................	9,39	9,39

» En combinant, au contraire, le mercure avec l'iode, qui présente un coefficient de compressibilité différent de celui de l'air, et déterminant sa densité de vapeur sous des pressions très différentes, on pourra, suivant que l'expérience donnera ou non les mêmes résultats sous la pression atmosphérique et sous basse pression, savoir si la propriété de la vapeur d'iode se transmet au composé qu'il forme en se combinant au mercure. C'est ce qu'établissent les résultats suivants :

Excès de poids...............	$+1^{gr},7285$	$-0^{gr},129$	$-0^{gr},281$
Température de la balance.....	$17^{o},6$	$15^{o},4$	16°
Pression à la pesée............	752^{mm}	$753^{mm},88$	$754^{mm},13$
Pression à la fermeture........	$753^{mm},10$	$84^{mm},12$	$46^{mm},3$
Volume du ballon......... ...	267^{cc}	276^{cc}	$367^{cc},72$
Air resté à 0° sous 760^{mm}.	$2^{cc},02$	$1^{cc},13$	$0^{cc},2$
Densité trouvée..............	15,89	14,90	14,82

» Or la densité théorique de l'iodure de mercure est 15,712. La variation du coefficient de compressibilité de la vapeur d'iode se retrouve donc dans la vapeur d'iodure de mercure. D'autres exemples permettront de généraliser ces résultats. »

CHIMIE. — *Sur les dérivés des sulfites cuivreux.* Note de M. A. Etard, présentée par M. Cahours.

« I. J'ai décrit récemment deux sulfites cuivreux simples, isomériques, répondant tous deux à la formule $SO^3 Cu^2, H^2 O$. Je n'ai établi les différences de propriétés de ces deux corps qu'en m'appuyant sur leurs propriétés physiques : la couleur, l'apparence cristalline et la densité. Les différences

dans les réactions chimiques de ces deux sulfites ne sont pas moins accentuées, car ils se rattachent à deux séries bien distinctes des sels doubles.

» II. *Sulfite cuivreux normal blanc.* — Lorsqu'on met le sulfite cuivreux blanc, cristallisé en paillettes hexagonales, en présence du bisulfite de soude concentré, il se combine rapidement avec ce sel en foisonnant légèrement, et donne un sel blanc cristallisé insoluble dans l'eau. Un grand excès de ce liquide le décompose lentement. Ce sel, lavé à l'eau, à l'alcool et à l'éther, renferme en centièmes :

		Théorie.
S	12,2	12,0
Cu	24,4	23,9
Na	8,2	8,6
H^2O	37,7	37,2

» Ce sel se représente par la formule $SO^3Cu'', SO^3Na^2 + 11H^2O$. Il a déjà été obtenu par Commaille et par Svensson dans des conditions bien différentes; je ne le signale ici que pour montrer sa dérivation directe du sulfite cuivreux normal.

» Péan de Saint-Gilles et les deux auteurs précités, en traitant diverses solutions de cuivre par les sulfites de sodium, ont obtenu des sulfites cuivreux doubles, tels que

$$SO^3Cu^2, SO^3Na^2 + 2H^2O,$$
$$SO^3Cu^2, SO^3K^2 + 2H^2O,$$
$$SO^3Cu^2, SO^3(AzH^4)^2 + 2H^2O.$$

J'ai pu reproduire tous ces sels et même ajouter à la série le terme

$$SO^3Cu^2, SO^3Li^2 + 2H^2O,$$

en faisant bouillir le sel de Chevreul $SO^3Cu^2, SO^3Cu + 2H^2O$ avec les bisulfites alcalins correspondants. Les métaux alcalins se substituent au cuivre qui, passant à l'état de sulfite cuivreux, donne une nouvelle molécule de sel double, tandis que de l'acide sulfureux se dégage :

$$2(SO^3Cu^2SO^3Cu, 2H^2O) + 6SO^3NaH$$
$$= 3SO^3Cu^2SO^3Na^2, 2H^2O + SO^4H^2 + 3SO^2.$$

» Une réaction inverse a été observée par Péan : le sel

$$SO^3Cu^2, SO^3Na^2 + 2H^2O$$

fait la double décomposition avec le sulfate cuivrique pour donner le sel de Chevreul

$$SO^3Cu^2, SO^3Na^2 + 2H^2O + SO^4Cu = SO^3Cu^2, SO^3Cu, 2H^2O + SO^4Na^2.$$

» Ces réactions établissent un rapport étroit entre les sels cuproso-sodiques et le sel de Chevreul, qui entre dans le même moule moléculaire; tous ces sels renferment du cuprosum comme principe constant et essentiel; les autres métaux, K^2, Na^2, Li^2 (AzH^4), Cu'', peuvent varier et se déplacer réciproquement sans rien changer au type des sels résultants. Les choses ne se passeraient pas différemment s'il existait un sulfite cuivreux acide $SO^3Cu^2, SO^3H^2, 2H^2O$, que ces métaux viendraient saturer. De fait, j'ai montré précédemment que les sels cuproso-alcalins, traités par l'acide sulfureux, perdaient leur métal; mais c'est un sulfite neutre qui se forme. Il se pourrait que le sel acide en S^2 ne fût pas stable à l'état de liberté et qu'il perdît son acide en se polymérisant, pour donner l'isosulfite cuivreux que j'ai observé.

» Le sel $SO^3Cu^2, SO^3Na^2 + 11H^2O$, dérivé du sulfite cuivreux normal, comme je l'ai dit plus haut, se rattache au sel de Chevreul et aux sulfites cuproso-alcalins ordinaires, qui, d'après leurs réactions et les substitutions métalliques que j'ai passées en revue, se comportent toujours comme des sels cuivreux ordinaires, renfermant S^2 seulement. Ce sel représente $(SO^3Cu^2, SO^3Na^2, 2H^2O) + 9H^2O$ comme un degré d'hydratation supérieur. J'ai observé que la réaction du sulfate de cuivre, indiquée plus haut pour le sulfite cuprososodique bihydraté, appartient aussi au sel à $11H^2O$; tous deux, en présence du sulfate cuivrique, donnent du sel de Chevreul par double décomposition, et, partant de ce fait, on peut faire la synthèse du sel de Chevreul par une série de réactions successives, en partant de l'acétate cuivrique, qui donne le sulfite cuivreux; celui-ci, dans une seconde étape, fournit le sel $SO^3Cu^2, SO^3Na^2 + 11H^2O$, d'où l'on passe au sel de Chevreul : le tout se fait par des méthodes de complication régulières. Par ces diverses réactions, le sulfite cuivreux normal se trouve rattaché expérimentalement aux sels cuivreux doubles ordinaires et au sel de Chevreul, qui en dérive.

» III. *Sulfite isocuivreux.* — Bien qu'il présente la même composition que le sulfite cuivreux blanc normal, le sel cuivreux rouge, sous l'influence du bisulfite sodique concentré et légèrement chauffé, ne donne pas le même dérivé; ici encore il y a combinaison, mais le sel résultant présente une couleur chamois accentuée.

» Le sel obtenu dans cette réaction, lavé à l'eau, à l'alcool et à l'éther, renferme

$$S^8O^{32}(Cu^2)^3Na^{16}H^{10} + 43H^2O$$

$(S = 11,3,\ Cu = 16,2,\ Na = 16,8,\ H^2O = 37,0)$.

» Une certaine quantité de cuprosum de l'isosulfite cuivreux entre en dissolution et est remplacée par du sodium. Ce corps, qui fait partie de la série des octosulfites, dont j'ai déjà décrit plusieurs termes, montre qu'il existe une relation entre l'isosulfite cuivreux et les composés en S^8, relation qui le distingue encore du sulfite cuivreux normal et tend par analogie à lui faire attribuer la formule

$$S^8O^{32}(Cu^2)^8H^{16} = (SO^3Cu^2, H^2O)^8,$$

correspondant à un type de condensation moléculaire très fréquent dans les combinaisons sulfureuses du cuivre, sur lesquelles j'aurai à revenir très prochainement, pour décrire une nouvelle série de sulfites cuproso-alcalins. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur le suc gastrique.* Note de M. P. CHAPOTEAUT.

« Dans la Note que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie ([1]), j'ai fait voir que la solution aqueuse du suc gastrique (desséché et lavé préalablement à l'éther ([2]) jusqu'à cessation de coloration de ce véhicule), étendue de son volume d'alcool à 95°, laisse précipiter un corps pulvérulent blanc ; l'alcool modifiant ce précipité, nous l'obtenons de préférence en acidulant la liqueur aqueuse par l'acide sulfurique ou autres acides qui, même en excès, ne peuvent le redissoudre; l'acide chlorhydrique en excès le redissout au contraire facilement.

» Ce précipité blanc constitue bien la partie active du suc gastrique; en voici la preuve : au bout de cinq à six minutes, en présence de l'acide lactique (10 à 12 gouttes dans 50^{cc} d'eau), il transforme à froid la fibrine et la viande en syntonine; en portant le mélange à + 60°, il le peptonise. Un litre d'eau en dissout 2^{gr} à la température ordinaire; soluble dans les alcalis, précipitable de cette solution par les acides en perdant d'ailleurs peu à

([1]) *Comptes rendus*, t. XCIV, p. 1722.

([2]) Le résidu du lavage par l'éther est très alcalin, tandis que le véhicule éthéré devient acide.

peu ses propriétés, sa solution aqueuse est incoagulable à + 100°, mais a perdu toute action dissolvante à cette température; elle est précipitée par les solutions de chaux, de baryte, de sous-acétate de plomb et n'exerce aucune action sur la lumière polarisée.

» Sa teneur en carbone, hydrogène et azote est la suivante :

C............	51
H............	7,2
Az...........	15,4

composition très voisine, on le voit, de celle des albumines.

» Ce corps, dont nous espérons fixer complètement la composition, l'origine, et que nous croyons devoir appeler *pepsine*, se trouve dans le suc gastrique à l'état de sel de potasse, en même temps qu'une autre albumine, *sans propriétés dissolvantes à l'égard de la fibrine du sang*, et que l'acide gras, dont nous avons déjà parlé et auquel le suc gastrique doit ses propriétés acides. Cet acide n'a d'ailleurs aucun pouvoir dissolvant par lui-même; il ne peut déplacer à froid la pepsine de sa combinaison potassique, et même, à 50°, son action est très faible.

» Les faits que nous venons de constater ont été observés sur le suc gastrique de mouton. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les produits de la distillation de la colophane.* Note de M. AD. RENARD, présentée par M. Wurtz.

« Les portions d'essence passant à la distillation entre l'heptène (103°-106°) et les térébenthènes (156° et 170°) ne sont qu'en quantité relativement minime.

» Cependant, en opérant sur de grandes quantités d'essence brute, on peut en extraire un carbure, homologue supérieur de l'heptène, distillant de 129° à 132°, qui, lavé à la soude, puis rectifié à plusieurs reprises sur du sodium dans une atmosphère d'acide carbonique, a donné à l'analyse des résultats qui conduisent à la formule C^8H^{14}, confirmée par sa densité de vapeur, qui a été trouvée égale à 4,04 (théorie : 3,87).

» Ce carbure, pour lequel je propose le nom d'*octène*, est soluble dans l'alcool et l'éther. Sa densité à + 20° est 0,8158. Exposé sur le mercure dans une éprouvette remplie d'oxygène, il absorbe ce gaz assez rapidement. Il est sans action sur les solutions ammoniacales de chlorure cuivreux et

de nitrate d'argent. Le brome réagit sur lui avec violence en dégageant de l'acide bromhydrique.

» En faisant tomber le carbure goutte à goutte sur du brome en excès et abandonnant le tout pendant vingt-quatre heures, on obtient un produit qui, lavé à la soude et traité par de l'éther, abandonne des cristaux d'un dérivé tribromé $C^8H^{11}Br^3$, fusible à 246°, très peu soluble dans l'éther. Quant à la partie liquide, obtenue par l'évaporation de l'éther, sa composition est la même; c'est une huile lourde, de couleur orangée, sur laquelle le brome n'a plus d'action, même par une exposition de plusieurs jours au soleil. Enfin le brome peut encore donner avec l'octène un dibromure $C^8H^{14}Br^2$, que l'on obtient en ajoutant avec précaution une solution éthérée de brome à une solution de carbure dans l'éther. Ce bibromure est liquide, mais très instable, et se décompose par simple évaporation de sa solution : aussi sa composition n'a-t-elle pu être déterminée que d'après la quantité de brome nécessaire pour saturer un poids connu de carbure.

» L'acide nitrique réagit très violemment sur l'octène; avec de l'acide de densité 1,15, la réaction est calme et ne commence que vers 80°. Il ne se produit pas de vapeurs nitreuses, mais il se dégage de l'acide carbonique; il se forme en même temps des matières résineuses que l'on peut dissoudre par l'emploi d'un acide plus concentré. La liqueur, soumise alors à l'évaporation, se prend par le refroidissement en une masse cristalline formée principalement d'acide oxalique et d'acide succinique.

» Traité par l'acide sulfurique ordinaire, l'octène s'échauffe en se polymérisant, sans dégager d'acide sulfureux, et ne forme dans ces conditions qu'une quantité inappréciable d'acide sulfoné. Enfin, soumis soit seul, soit en solution dans l'éther, à l'action du gaz acide chlorhydrique, il s'altère et brunit très fortement, sans donner de chlorhydrate de composition définie. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une nouvelle classe de composés cyanés à réaction acide. Éther cyanomalonique.* Note de M. **A. Haller**, présentée par M. Wurtz.

« Poursuivant nos recherches sur l'action du cyanogène et du chlorure de cyanogène sur les molécules organiques sodées, nous avons étudié cette action sur un certain nombre d'éthers dans lesquels on admet l'existence d'un groupe CH^2 compris entre deux groupes CO. Dans ces derniers temps,

les éthers de ce genre ont été l'objet de travaux remarquables de la part de M. Wislicenus et de ses élèves.

» Nos premières recherches portent sur les éthers malonique et acétylacétique. Cette Note comprend les résultats obtenus avec l'éther malonique. Dans la Note suivante, nous indiquerons ceux que nous avons obtenus, en collaboration avec M. Held, en partant de l'éther acétylacétique.

» L'éther malonique employé a été préparé en suivant le procédé indiqué par M. Conrad [1] : traitement d'un mélange de malonate de chaux bien sec et d'alcool absolu par un courant d'acide chlorhydrique, lavant, séchant et rectifiant.

» Pour obtenir le dérivé sodé, on a opéré également comme le conseille ce savant. On ajoute à une solution récemment préparée, de $4^{gr},6$ de sodium dans 50^{gr} d'alcool absolu, 32^{gr} d'éther malonique pur. Le mélange homogène est ensuite traité par un courant de chlorure de cyanogène pur et sec. Ce gaz est rapidement absorbé, tandis que la liqueur s'échauffe au point qu'elle entre en ébullition. On modère la réaction en plongeant le ballon dans l'eau froide, et l'on arrête le courant dès qu'on aperçoit l'odeur de chlorure de cyanogène à l'extrémité de l'appareil. Le liquide jaunâtre et épais est étendu de son volume d'eau et agité avec l'éther, pour enlever la majeure partie de l'alcool et de l'éther malonique non entré en réaction. Le produit aqueux est ensuite acidulé et de nouveau agité avec de l'éther. Cette solution éthérée laisse par évaporation un liquide rougeâtre, à réaction franchement acide, qui constitue le dérivé cyané cherché. Ce composé se forme en vertu de la réaction

$$CH\,Na\begin{cases}CO\,OC^2H^5\\CO\,OC^2H^5\end{cases} + Cl\,C\,Az = Na\,Cl + CH\begin{cases}C\,Az\\CO\,OC^2H^5\\CO\,OC^2H^5\end{cases}$$

Pour le purifier, il suffit de le dissoudre dans le carbonate de soude, de le filtrer et le reprécipiter de la dissolution au moyen d'un acide. Les gouttelettes huileuses qui se déposent sont recueillies, agitées avec un peu d'eau, puis décantées et desséchées sur du chlorure de calcium. Même après ce traitement, le produit est encore coloré; pour l'obtenir incolore, on est obligé de le distiller dans le vide. Cette distillation ne s'effectue pas sans difficulté, ni sans perte. Quand on opère sous une pression de 25^{mm}, une partie du liquide passe de $120°$ à $130°$, tandis qu'une autre partie reste dans la cornue

[1] *Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. CCIV, p. 126.

sous la forme d'une masse visqueuse, rouge par transparence, et possédant une fluorescence d'un jaune verdâtre.

» Le produit distillé est incolore, dégage une odeur piquante et a une réaction acide. Exposé à l'air, il se colore légèrement en rouge. Il est un peu soluble dans l'eau, à laquelle il communique une réaction acide, soluble dans l'alcool, l'éther et les solutions alcalines. Il décompose les carbonates avec dégagement d'acide carbonique.

» L'analyse donne en centièmes :

	Trouvé. I.	Trouvé. II.	Calculé pour $C^8H^{11}AzO^4$.
C................	51,43	52,1	51,89
H....	6,70	6,5	5,94

On en a préparé un certain nombre de sels.

» Le *sel de soude* $C\diagup^{CAz}Na = (CO^2C^2H^5)^2$ s'obtient en traitant une solution de carbonate de soude par l'éther cyanomalonique, évaporant à siccité et reprenant par l'alcool bouillant.

» La solution alcoolique, abandonnée à elle-même, laisse déposer le sel sous la forme d'une masse mamelonnée ou radiée, très soluble dans l'eau et dans l'alcool.

» Le *sel de chaux* $\begin{matrix} C\begin{matrix}\diagup CAz \\ \diagdown\!\!\diagdown (CO^2C^2H^5)^2\end{matrix} \\ | \\ Ca \\ | \\ C\begin{matrix}\diagup\!\!\diagup (CO^2C^2H^5)^2 \\ \diagdown CAz\end{matrix}\end{matrix} + 2\frac{1}{2}H^2O$ a été obtenu par dissolution du carbonate de calcium dans une solution aqueuse de l'éther en question. Le liquide, abandonné sous une cloche, fournit le sel en magnifiques cristaux, appartenant au système anorthique. C'est le prisme fondamental (pans et bases) avec des modifications doubles sur les deux arêtes latérales *g* et d'autres modifications doubles sur les arêtes des bases *b*.

» Ce sel est plus soluble dans l'alcool que dans l'eau. Si l'on essaye de concentrer les solutions aqueuses au bain-marie, il se précipite sous la forme de gouttelettes huileuses, solubles dans un excès d'eau.

» Le *sel de plomb* $\begin{matrix} C\begin{matrix}\diagup CAz \\ \diagdown\!\!\diagdown (CO\,OC^2H^5)^2\end{matrix} \\ | \\ Pb \\ | \\ C\begin{matrix}\diagup\!\!\diagup (CO\,OC^2H^5)^2 \\ \diagdown CAz\end{matrix}\end{matrix} + H^2O$ a été préparé comme le composé

ci-dessus. Il cristallise au sein de l'eau sous la forme d'aiguilles réunies en houppes, fondant à 87-88°, en donnant une masse transparente et vitreuse.

» Les composés métalliques que nous venons de signaler sont analogues à ceux que nous avons obtenus, avec M. Held, au moyen de l'éther acétylcyanacétique que nous décrirons dans une Note ultérieure. Ils se rapprochent aussi des dérivés métalliques des éthers acétylacétique et acétylacétique chloré étudiés par Geuther, Conrad [1], Allihn [2], etc. Seulement, tandis que ces derniers ont été obtenus par action directe des métaux sur les éthers, ou en traitant ceux-ci par des solutions ammoniacales ou potassiques des oxydes métalliques, les sels dérivés de l'éther cyanomalonique ont été préparés en décomposant les carbonates par l'éther cyané. L'introduction du groupe cyanogène dans cette molécule a donc eu pour effet de rendre plus prononcée encore la propriété que possèdent cet éther, et son analogue, l'éther acétylacétique, d'échanger l'hydrogène contre des métaux, propriété mise en évidence par M. Wislicenus [3] dans son beau travail *Sur les synthèses qui ont eu pour point de départ l'éther acétylacétique*.

» Nous nous proposons de continuer l'étude de ce corps et d'en préparer les dérivés méthylés, éthylés, acétylés, etc. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Sur deux nouveaux antiseptiques : le glycéroborate de calcium et le glycéroborate de sodium.* Note de M. G. **Le Bon**, présentée par M. Larrey. (Extrait.)

« La découverte d'un agent antiseptique puissant, et jouissant en outre de la propriété d'être très soluble, sans odeur, et nullement toxique, présenterait sans doute un intérêt considérable. Les deux corps que je présente aujourd'hui à l'Académie, le glycéroborate de calcium et le glycéroborate de sodium, jouissent des propriétés que je viens d'énumérer.

» Pour obtenir le premier, il suffit de chauffer ensemble, à une température d'environ 160° et en agitant constamment, parties égales de borate de chaux et de glycérine, et de prolonger l'opération jusqu'à ce qu'une goutte du mélange, retirée avec une baguette et posée sur une plaque de verre, donne une perle incolore, cassante et transparente comme du cristal. Si l'on coule alors le liquide sur une plaque métallique, il se prend par le refroidissement

---

(1) *Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. CLXXXVIII, p. 269.

(2) *Berichte der deutsch. chem. Gesellsch.*, t. XII, p. 1298.

(3) *Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. CLXXXVI, p. 182.

en masse transparente comme le verre et qui se brise facilement : il faut introduire rapidement les fragments, pendant qu'ils sont encore chauds, dans un flacon à l'émeri bien sec.

» Le glycéroborate de sodium se prépare de la même façon : on remplace simplement le borate de chaux par du borate de soude. Si l'on emploie le borate de soude fondu, c'est-à-dire anhydre, il faut 150 parties de glycérine pour 100 parties de borax.

» Ces deux corps jouissent de propriétés analogues. Ils fondent à une température d'environ 150° et sont très hygrométriques. Si on les abandonne à l'air, ils se liquéfient très rapidement, en absorbant leur poids d'eau. L'eau ou l'alcool peuvent d'ailleurs dissoudre le double de leur poids de glycéroborate.

» Même en solution étendue, les glycéroborates de calcium et de sodium sont des agents antiseptiques très puissants ([1]). Le glycéroborate de sodium m'ayant semblé, au point de vue thérapeutique, supérieur au glycéroborate de calcium, c'est de lui que je me suis surtout occupé.

» Au point de vue antiseptique, ce corps présente sur l'acide phénique l'avantage d'être soluble dans l'eau en toutes proportions, et surtout d'être absolument inoffensif. On peut l'appliquer à l'état concentré sur des organes aussi sensibles que l'œil, sans inconvénient.

» Au point de vue de l'hygiène, on l'emploiera utilement comme désinfectant, et pour conserver la viande ou les produits alimentaires. J'ai pu envoyer à la Plata des viandes recouvertes d'un simple vernis de glycéroborate : elles sont arrivées aussi fraîches qu'au départ.

» Au point de vue médical, on peut faire usage des solutions de glycéroborate en injections, en applications sur les muqueuses, dans les pansements chirurgicaux, dits de Lister, etc. »

([1]) Les glycéroborates ne pouvant être employés qu'à l'état de solution, il faut, pour obtenir des solutions toujours comparables à elles-mêmes, les titrer par une analyse volumétrique. L'opération est fort simple et ne prend que quelques minutes. Le glycéroborate chauffé suffisamment peut contenir 5 pour 100 de borax anhydre. Le produit solide contient alors, en réalité, autant de borax que le borate de soude cristallisé, mais l'eau y est remplacée par de la glycérine.

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Sur les conditions industrielles d'une application du froid à la destruction des germes de parasites, dans les viandes destinées à l'alimentation.* Note de M. F. CARRÉ.

« Après l'importante Communication de M. Bouley concernant l'action du froid sur les trichines, il m'a paru intéressant de formuler avec précision les éléments économiques desquels dépend la solution du problème qu'il indique.

» Les grandes installations, faites depuis 1876, de mes appareils de conservation sur des bateaux, pour importer des viandes de la Plata et des poissons de diverses régions, ont permis d'établir les prix pratiques de revient, qui diffèrent peu des données théoriques.

» Un appareil d'une force de production de 300^{kg} de glace à l'heure peut opérer sur une caisse de 100^{mc}, contenant $60\,000^{kg}$ de jambons, avec une dépense de 900^{kg} de charbon et de 2 à 3^{kg} d'ammoniaque par 24^{h}, et amener son contenu à — 30°, dans l'espace de neuf jours, avec une dépense totale de 8100^{kg} de charbon et de 27^{kg} d'ammoniaque; un seul homme suffit pour conduire l'appareil.

La houille étant comptée à 35^{fr} les 1000^{kg}, et l'ammoniaque à $1^{fr},50$ le kilogramme, on aura une dépense totale de matière de..................	fr 324
Deux hommes par vingt-quatre heures, à 7^{fr} l'un......................	126
Si l'on ajoute, pour frais de chargement et de déchargement de la caisse......	30
on aura une dépense totale de	480

» Ce qui met le prix de revient des 1000^{kg} à 8^{fr}, ou un peu moins de $0^{fr},01$ par kilogramme. Chacun peut ajouter à ce prix les frais d'amortissement, en les basant sur une dépense totale d'installation de $60\,000^{fr}$.

» M. Bouley, en constatant que « la viande soumise à la congélation ne » subit aucune modification après le dégel, et qu'elle reste ce qu'elle était » auparavant », aura porté le dernier coup au préjugé, aussi faux qu'accrédité, d'après lequel les viandes gelées seraient entrées en putréfaction aussitôt après le dégel. J'ai reconnu, au contraire, qu'elles se conservent alors beaucoup plus longtemps que les viandes ordinaires.

» L'usage des viandes crues, qui prête un si grand concours à la médecine, présente le danger d'ingestion d'œufs de parasites. En soumettant ces viandes pendant une heure ou deux à une température de 40° ou 50° au-dessous de zéro, ces œufs ou les parasites éclos seront détruits; elles atteindront cette température et au delà, en les plaçant dans l'alvéole de mon appareil

domestique à ammoniaque, dont le chauffage aura été fait lentement. Peut-être l'Académie jugera-t-elle qu'il y a quelques recherches à faire, relativement à l'action du froid à très basse température sur les œufs de certains parasites. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la visibilité des points lumineux.* Note de M. AUG. CHARPENTIER [1].

« Sous le nom d'*acuité visuelle*, on a cherché depuis longtemps à déterminer le plus petit angle sous lequel il est possible de distinguer l'un de l'autre deux points lumineux voisins, ou, ce qui est plus précis, la plus petite distance pouvant exister entre les images de ces points sur la rétine, tant qu'on les perçoit séparément. J'ai pensé qu'il y aurait un intérêt plus grand à déterminer la quantité de lumière nécessaire et suffisante pour permettre de distinguer les uns des autres plusieurs points lumineux. Aussi, après avoir démontré que la quantité de lumière nécessaire à cette distinction est toujours plus considérable que celle qui suscite dans l'appareil visuel la sensation lumineuse brute et la sensation de couleur, je me suis demandé si le nombre des points, leur grandeur, leur écartement, n'intervenaient pas pour modifier cette quantité. Je ne reviendrai pas sur la méthode qui m'a servi dans ces recherches et dont j'ai exposé plusieurs fois le principe (voir notamment ma Note du 27 décembre 1880); je me contenterai d'énumérer brièvement les résultats de cette étude, résultats qui me paraissent de nature à modifier la théorie courante de la sensibilité.

» 1° *Le nombre des points lumineux n'a aucune influence* sur l'éclairement qu'il est nécessaire et suffisant de leur donner pour les faire percevoir comme distincts les uns des autres. Cet éclairement minimum est le même (toutes choses égales d'ailleurs) pour deux points que pour trois, quatre, cinq ou davantage.

» 2° L'éclairement minimum nécessaire pour la distinction de plusieurs points lumineux *ne dépend nullement de l'écartement de ces points.* Il s'est montré le même pour des écartements variant entre $0^{mm},1$ et $2^{mm},5$, l'objet étant toujours à $0^{m},20$ de l'œil. Cela correspond, sur la rétine, à des écartements compris entre 8 et 205 millièmes de millimètre : telles sont les limites de mes expériences.

» 3° Pour faire distinguer les uns des autres par un œil normal plusieurs

---

[1] Laboratoire de Physique médicale de la Faculté de Médecine de Nancy.

points lumineux (sur fond noir bien entendu), quels que soient leur nombre et leur disposition, il faut les éclairer d'autant plus que la surface de chaque point est plus petite. La relation est précise : *l'éclairement minimum est inversement proportionnel à la surface de chaque point*. Les limites de mes expériences sont les suivantes : le plus petit diamètre des points étudiés a été de $\frac{2}{10}$ de millimètre (image rétinienne, $\frac{16}{1000}$ de millimètre); le plus grand diamètre a été de $1^{mm},6$ (image rétinienne de $\frac{131}{1000}$ de millimètre).

» Pour distinguer un point lumineux des points voisins, il faut donc dans tous les cas la même quantité absolue de lumière, que cette lumière se répartisse sur un grand ou sur un petit espace, et possède, par conséquent, une clarté faible ou forte; en d'autres termes, pour produire le travail correspondant à la *distinction* d'une surface lumineuse quelconque, petite ou grande, par rapport à des surfaces lumineuses plus ou moins voisines, il faut toujours la même force vive extérieure totale.

» Cela ne peut s'expliquer, si l'on n'admet pas qu'il existe entre les éléments rétiniens une intime solidarité, soit par l'existence de nombreuses anastomoses entre eux, soit par leur dépendance mutuelle vis-à-vis de certaines cellules nerveuses ou de certains groupes de cellules qu'ils contribueraient, pour ainsi dire, à *charger*. En effet, si chacun de ces éléments était excité seulement pour son compte, il serait toujours excité par le même éclairement, tandis que l'on vient de voir que, plus il y a d'éléments contigus excités en même temps, et moins il faut de *clarté* pour les mettre en activité.

» En tout cas, ces faits sont absolument inexplicables, si l'on s'en tient à l'opinion classique qui fait de chaque cône ou de chaque bâtonnet une unité anatomique et fonctionnelle, absolument distincte des éléments semblables qui l'entourent ([1]).

» Il résulte des faits précédents : 1° qu'à clarté égale et pour une même distance, la visibilité des points lumineux est directement proportionnelle à leur surface ou au carré de leur diamètre; 2° qu'à clarté et dimensions égales, la visibilité des points lumineux est inversement proportionnelle au carré de leur distance à l'œil (opinion déjà soutenue par M. Javal); 3° qu'à dimensions égales et pour une même distance, la visibilité des points lumineux est directement proportionnelle à leur éclairement.

([1]) Un récent travail de M. J. Regnaut tend à faire admettre que tous les éléments de la rétine sont largement anastomosés les uns avec les autres.

» Il est bon de dire que tout cela s'applique uniquement à des yeux exactement adaptés à la distance de l'objet et dépourvus d'astigmatisme ».

M. **Piarron de Mondesir** adresse une Note relative aux conditions dans lesquelles il lui paraîtrait désirable de reprendre les expériences de Regnault sur la loi de Mariotte.

M. **d'Abbadie**, en présentant à l'Académie une brochure de M. *Ph. Gilbert*, intitulée : « Les preuves mécaniques de la rotation de la Terre », ajoute :

« Après avoir rappelé que le cardinal de Cusa enseigna la rotation de la Terre près d'un siècle avant Copernic, et que Galilée niait la possibilité de la démontrer par des expériences, l'auteur cite Newton comme ayant prévu la déviation vers l'est des corps tombants, mais aussi vers le sud, selon Hooke. Plus d'un siècle après, l'expérience fut réalisée par Guglielmi, à Bologne, en 1791 ; par Benzenberg, à Hambourg, en 1802 et 1804; enfin par Reich, près Freiberg, en 1831.

» Tout en présentant des discordances inexpliquées, ces expériences montrent non seulement la déviation prévue vers l'est, mais encore un écart notable vers le sud ; aucune théorie ne rend compte de ce dernier résultat. Ces discordances ont été signalées par Laplace.

» Il s'en présente aussi dans le pendule tournant de Foucault, dont la théorie a exercé la sagacité de plusieurs savants, dans notre Académie et ailleurs. Après avoir signalé le dernier travail théorique et expérimental fait sur ce pendule à Gröningue, en 1879, par M. Onnes, l'auteur décrit le gyroscope de Foucault et cite les appareils de Fessel, de MM. G. Sire, Hardy et Gruey ; enfin, M. Gilbert décrit le barogyroscope de son invention, qui a fonctionné avec succès devant quelques-uns de nos confrères. Indiqué par la théorie, cet instrument prouve aussi la rotation du globe terrestre; il est surtout un témoignage des progrès de l'Analyse mathématique. »

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. D.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 JUILLET 1882.

PRÉSIDENCE DE M. JAMIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Nouvelles recherches sur la propagation des phénomènes explosifs dans les gaz;
par MM. Berthelot et Vieille.

« Nous avons établi que les phénomènes explosifs, en se propageant dans les gaz, peuvent donner lieu à une véritable onde explosive, résultant de la transformation du milieu qui la propage et qui change à la fois de constitution chimique et de constitution physique (*Comptes rendus*, t. XCIV, p. 149, 101 et 822). Nous avons montré que cette onde se propage uniformément et que sa vitesse est indépendante de la pression, ainsi que du diamètre des tubes, au-dessus d'une certaine limite.

» Cette vitesse constitue dès lors, pour chaque mélange inflammable, une véritable constante spécifique, dont la connaissance offre un grand intérêt, au point de vue de la théorie du mouvement des gaz, comme à celui des applications à l'emploi des matières explosives. C'est pourquoi il nous a paru utile d'en approfondir l'étude, en opérant sur un grand nombre de mélanges de composition fort diverse.

» Chaque expérience a été répétée deux et trois fois; elle a été exécutée d'ordinaire dans un tube de caoutchouc, long de 40^{m}, d'un diamètre inté-

rieur de $0^m,005$ et d'une grande épaisseur (*voir* ce Recueil, t. XCIV, p. 104); le procédé d'enregistrement a été également décrit (p. 102). Les résultats obtenus sont distribués dans cinq tableaux, comprenant les cas les plus remarquables.

» Dans chacun de ces tableaux, la première colonne indique la composition du mélange initial; la deuxième, la densité des produits de la combustion, ρ, rapportée à celle de l'air prise comme unité; la troisième, le nombre, n, de volumes moléculaires des éléments supposés gazeux entrés en réaction, soit

$$n\left[22^{\text{lit}},32 \times \frac{H}{760} \times (1+\alpha t)\right];$$

la quatrième, la chaleur, Q, dégagée par la réaction, l'eau étant supposée gazeuse; la cinquième, la racine carrée de cette quantité, $\sqrt{Q}$; la sixième, le quotient $\frac{Q}{n \times 6,8}$ (6,8 étant la constante des chaleurs spécifiques des éléments à pression constante), c'est-à-dire la température théorique, T, de la réaction; la septième, les valeurs théoriques, θ, de la vitesse moyenne de translation par seconde des molécules gazeuses dans les produits de la combustion, calculée pour la température T par la formule de Clausius: $29,354\sqrt{\frac{T}{\rho}}$ (*voir* ce Recueil, t. XCIV, p. 151); vitesse que nous nous proposons de comparer avec la vitesse expérimentale de l'onde explosive, V, laquelle est inscrite dans la huitième colonne.

» En réalité, la notion physique de la température T n'entre pas dans cette évaluation de la vitesse, et le calcul exprime uniquement ceci : que la force vive de translation des molécules du système gazeux, produit par la réaction et renfermant toute la chaleur développée par celle-ci, est proportionnelle à la force vive de translation du même système gazeux, contenant seulement la chaleur qu'il retient à zéro.

TABLEAU I. — Un seul gaz combustible associé a l'oxygène.

Nature du mélange.	Densité des produits ρ.	Nombre de volumes mol. des éléments n.	Chaleur de combustion (eau gazeuse) Q.	$\sqrt{Q}$.	$\frac{Q}{n \times 6,8} = T$.	Vitesse théorique θ.	Vitesse trouvée par expérience V (par seconde).
Hydrogène $H^2 + O^2$.	0,622	1,5	59000^{cal}	243	5780°	2831^{m}	2810^{m} (1)

(1) *Comptes rendus*, t. XCIV, p. 104.

Nature du mélange.	Densité des produits ρ.	Nombre de volumes mol. des éléments n.	Chaleur de combustion (eau gazeuse) Q.	$\sqrt{Q}$.	$\frac{Q}{n \times 6,8} = T$.	Vitesse théorique θ.	Vitesse trouvée par expérience V (par seconde).	
Oxyde de carbone $C^2O^2 + O^2$.	1,529	1,5	68200^{cal}	261	6700°	1941^{m}	1089 (1)^{m}	
Acétylène $C^4H^2 + O^{10}$, ou $(\text{C}H)^2 + \text{O}^5$.	1,227	4,5	308100	555	10070	2660	2525 2440	2482,5
Éthylène $C^4H^4 + O^{12}$, ou $(\text{C}H^2)^2 + \text{O}^6$.	1,075	6,0	321400	567	7880	2517	2186,6 2232,4	2209,5
Méthyle $C^4H^6 + O^{14}$ ou $(\text{C}H^3)^2 + \text{O}^7$.	0,985	7,5	359300	598	7050	2483	2381,9 2345,4	2363
Formène $C^2H^4 + O^8$, ou $(\text{C}H^4)^2 + \text{O}^8$.	0,924	4,5	193500	440	6320	2427	2313,2 2260,0	2287
Cyanogène $C^4Az^2 + O^8$, ou $(\text{C}Az)^2 + \text{O}^4$.	1,343	4	262500	512	9650	2490	2195 (2)	

» D'après les nombres de ce tableau, la vitesse théorique est très voisine de la vitesse trouvée pour l'hydrogène. Pour les carbures d'hydrogène et pour le cyanogène, cette vitesse théorique est un peu trop forte, les écarts étant compris entre 5 et 12 centièmes; c'est-à-dire que la formule conserve une valeur approchée. Pour l'oxyde de carbone, l'écart est bien plus grand et surpasse 40 centièmes; c'est-à-dire que la formule n'est pas applicable à ce gaz. On remarquera qu'elle demeure approchée, même pour les gaz formés avec absorption de chaleur et qui donnent lieu, dès lors, aux températures de combustion les plus élevées, tels que le cyanogène et l'acétylène. Elle l'est aussi, pour des rapports de volumes très divers entre les gaz combustibles et l'oxygène, tels que 2 : 5, 6, 7, 8 dans la série des hydrocarbures; et 2 : 1 pour l'hydrogène. Enfin elle l'est encore, pour des rapports de condensation très inégaux dans la combinaison, tels qu'une condensation du tiers (hydrogène), d'un septième (acétylène), l'absence de toute condensation (éthylène, formène, cyanogène), ou même une dilatation (méthyle). Dans le calcul de ces volumes, on suppose l'eau gazeuse; condition qui n'intervient pas pour le cyanogène.

---

(1) *Comptes rendus*, t. XCIV, p. 106.

(2) *Ibid.*, t. XCIV, p. 823.

» Il nous paraît dès lors établi que la formule proposée représente approximativement la vitesse de l'onde explosive pour les gaz hydrocarbonés; conclusion que l'on peut étendre au mélange de ces gaz avec l'hydrogène et même avec l'oxyde de carbone, comme on va le montrer, l'hydrogène communiquant à ce dernier mélange une loi de détonation analogue à la sienne.

TABLEAU II. — Deux gaz combustibles associés a l'oxygène.

Nature du mélange.	ρ.	n.	Q.	$\sqrt{Q}$.	$\frac{Q}{n \times 6,8} = T$.	Vitesse théorique θ.	Vitesse trouvée par expérience V.	
			cal		m			m
Oxyde de carbone et hydrogène $C^2O^2 + H^2 + O^4$.	1,075	3	127200	357	6230	2236		2008
$2C^2O^2 + 3H^2 + O^{10}$...	0,985	7,5	313400	560	6150	2321	2096 2245	2170
Éthylène et hydrogène $C^4H^4 + H^2 + O^{14}$.	0,985	7,5	380400	617	7460	2551	2411,4 2422	2417
$C^4H^4 + 2H^2 + O^{16}$....	0,924	9	439400	663	7180	2588	2671 2487,5	2579
Méthyle et hydrogène $C^4H^6 + H^2 + O^{16}$.	0,924	9	418300	647	6830	2522	2184 2227 2339	2250[1]

TABLEAU III. — Un gaz combustible associé a un gaz comburant composé.

Nature du mélange.	ρ.	n.	Q.	$\sqrt{Q}$.	T.	θ.	Vitesse trouvée V.	
			cal					
1° Protoxyde d'azote et hydrogène $Az^2O^2 + H^2$.	0,796	2,5	79600	281	4680	2250	2254 2314	2284
Oxyde de carbone $Az^2O^2 + C^2O^2$.	1,250	2,5	88800	298	5220	1897	1102,5 1110,6	1106,5
Cyanogène $4Az^2O^2 + C^4Az^2$.	1,131	8	345000	587	6340	2198		2035,5
2° Bioxyde d'azote et cyanogène $4AzO^2 + C^4Az^2$.	1,194	6	349000	591	8550	2485	La détonation ne se propage pas dans le tube.	

» Avec le protoxyde d'azote, la vitesse trouvée est voisine du chiffre théorique pour les mélanges renfermant de l'hydrogène ou du cyanogène. Pour l'oxyde de carbone, on retrouve la même anomalie qu'avec l'oxygène.

(1) Préparations différentes.

TABLEAU IV. — Mélanges isomères, c'est-à-dire tels que la composition du système final soit la même.

Nature du mélange.	ρ.	n.	Q.	$\sqrt{Q}$.	$\frac{Q}{n \times 6,8} = T$.	θ.	Vitesse trouvée V.
			1er groupe. — Gaz combustibles hydrocarbonés et oxygène pur.				
			1° Formène et mélanges isomères.				
$2(C^2H^4 + O^8)$......	0,924	9	387000	622	6320	2427	2287
$C^4H^6 + H^2 + O^{16}$....	0,924	9	418300	647	6830	2522	2250
$C^4H^4 + 2H^2 + O^{16}$...	0,924	9	439400	663	7180	2588	2579
			2° Méthyle et mélanges isomères.				
$C^4H^6 + O^{14}$........	0,985	7,5	359300	598	7050	2483	2363
$C^4H^4 + H^2 + O^{14}$...	0,985	7,5	380400	617	7460	2551	2417
			2e groupe. — Gaz hydrocarbonés, comparés aux mélanges hydroxycarbonés.				
			3° Éthylène et mélange isomère.				
$C^4H^4 + O^{12}$........	1,075	6	321400	567	7880	2517	2219,5
$2(C^2O^2 + H^2 + O^6)$..	1,075	6	254400	504	6230	2236	2008
			4° Méthyle et mélange isomère.				
$C^4H^6 + O^{14}$........	0,985	7,5	359300	598	7050	2483	2363
$2C^2O^2 + 3H^2 + O^{10}$.	0,985	7,5	313400	560	6150	2321	2170
			5° Cyanogène mêlé d'azote et mélange isomère.				
$C^4Az^2 + Az^2 + O^8$...	1,250	5	262500	512	7720	2334	{ 2116,0 1971,2 } 2043,6
$2(C^2O^2 + Az^2 + O^2)$.	1,250	5	136400	370	4010	1661	1000? (1)
			3e groupe. — Gaz comburants composés, comparés aux mélanges formés par l'oxygène pur.				
			6° Hydrogène.				
$H^2 + Az^2O^2$......	0,796	2,5	79600	281	4680	2250	2284
$H^2 + Az^2 + O^2$....	0,796	2,5	59000	243	3470	1935	2121
			7° Oxyde de carbone.				
$C^2O^2 + Az^2O^2$.....	1,250	2,5	88800	298	5220	1897	1106,5
$C^2O^2 + Az^2 + O^2$..	1,250	2,5	68200	261	4010	1661	1000? (1)

» Ces mélanges satisfont à la loi d'une manière approchée, sauf pour l'oxyde de carbone. Les mélanges isomères ont des vitesses généralement voisines. Ils permettent d'apprécier avec plus de précision l'influence

(1) La détonation ne se propage pas d'ordinaire. Cependant nous avons retrouvé dans nos notes ce chiffre, sans autre détail.

de la chaleur dégagée, Q, en éliminant l'influence de la densité de la chaleur spécifique des produits et même de la composition individuelle, qui sont les mêmes. Il suffit dès lors de diviser les vitesses trouvées par $\sqrt{Q}$. On obtient ainsi

1° 3,68, 3,48, 3,69; 2° 3,95, 3,92; 3° 3,91, 3,98; 4° 3,93, 3,88; 5° 3,99, 2,70; 6° 8,13; 8,73; 7° 3,67, 3,83.

» On voit que la coïncidence est en général plus marquée encore; à l'exception du groupe 5°, dans lequel on compare l'oxyde de carbone, qui ne satisfait pas à la relation générale, avec le cyanogène.

TABLEAU V. — Gaz combustibles, oxygène et gaz inertes.

Nature du mélange.	ρ.	n.	Q.	$\sqrt{Q}$.	T.	θ.	V trouvée.
Hydrogène et azote.							
$H^2 + O^2$............	0,622	1,5	59000	243	5780	2831	2810
$H^2 + Az^2 + O^2$.......	0,796	2,5	59000	243	3470	1935	2121
0,30H + 0,70 Air.	0,846	3,33	59000	243	2610	1820	1439
0,267H + 0,733 Air.	0,868	3,8	59000	243	2287	1505	1201
0,233H + 0,767 Air.	0,885	4,27	59000	243	2042	1409	1205
0,217H + 0,783 Air.	0,895	4,56	59000	243	1903	1389	La détonation ne se propage pas.
Oxyde de carbone et azote.							
$C^2O^2 + O^2$..........	1,529	1,5	68200	261	6700	1941	1089
$C^2O^2 + Az^2 + O^2$.....	1,250	2,5	68200	261	4010	1661	1000? Propagation douteuse (1).
0,30CO + 0,70 Air..	1,165	4,33	68200	261	2260	1326	La détonation ne se propage pas.
Formène et azote.							
$C^2H^4 + O^8$..........	0,923	4,6	193500	440	6320	2427	2287
$C^2H^4 + 2Az^2 + O^8$...	0,942	6,5	193500	440	4378	2002	1858
$C^2H^4 + 4Az^2 + O^8$...	0,951	8,5	193500	440	3347	1744	1151
$C^2H^4 + 7,52\,Az^2 + O^8$ (Formène + Air)....	0,958	12	193500	440	2371	1450	La détonation ne se propage pas.
Cyanogène et azote.							
$C^4Az^2 + O^8$.........	1,343	4	262500	512	9650	2490	2195
$C^4Az^2 + Az^2 + O^8$....	1,250	5	262500	512	7720	2334	2044
$C^4Az^2 + 2Az^2 + O^8$..	1,194	6	262500	512	6430	2152	1234,7 / 1172,7 } 1203,3
$C^4Az^2 + 4Az^2 + O^8$..	1,127	8	262500	512	4825	1920	La détonation ne se propage pas.

(1) Nous n'avons pas réussi à propager la détonation dans les mélanges plus riches en azote. Le mélange $C^2O^2 + Az^2 + O^2$ lui-même est douteux (*voir* la note du tableau IV).

» Mêmes relations générales : sauf pour les mélanges qui touchent à la limite à laquelle la détonation cesse de se propager, tels que le mélange du cyanogène avec deux fois son volume d'azote, le mélange du formène avec quatre fois son volume d'azote, l'oxyde de carbone, etc. Avec l'hydrogène et un excès d'azote, il y a aussi un ralentissement très marqué.

» En somme, la vitesse de translation des molécules gazeuses, conservant la totalité de la force vive qui répond à la chaleur dégagée par la réaction, peut être regardée comme une limite représentant la vitesse maxima de propagation de l'onde explosive. Mais cette vitesse est diminuée par le contact des gaz et autres corps étrangers; elle l'est également lorsque la masse enflammée au début est trop petite et trop rapidement refroidie par rayonnement; elle l'est encore lorsque la vitesse élémentaire de la réaction chimique (*Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 14) est trop faible, comme il paraît arriver avec l'oxyde de carbone. Dans ces conditions, il y a ralentissement de l'onde, et celle-ci peut même cesser de se produire; la combustion se propageant alors de proche en proche suivant une loi beaucoup plus lente. Nous reviendrons sur ce point de vue. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Séparation du gallium* (1). Note de M. LECOQ DE BOISBAUDRAN.

« *Séparation d'avec le cobalt.* — Pour peu que la quantité de cobalt soit notable, la potasse caustique ne donne pas de très bons résultats, à cause de l'entraînement relativement considérable de la galline par l'oxyde précipité. On a vu, dans une Note antérieure, qu'avec le manganèse il suffit généralement de trois ou quatre traitements à la potasse bouillante pour obtenir une séparation satisfaisante du Ga^2O^3. Dans le cas actuel, on retrouve encore des traces sensibles de gallium dans l'oxyde successivement précipité cinq fois par un excès de potasse, et cela en opérant sur une liqueur contenant seulement $0^{gr},005$ de gallium contre 2^{gr} à 3^{gr} de CbO. Toutefois, après le septième traitement potassique, il ne reste plus de gallium dans l'oxyde de cobalt. Le procédé ne convient donc que pour enlever de faibles quantités de cobalt mêlées à beaucoup de gallium; le petit précipité de CbO est ensuite débarrassé des dernières traces de galline par une des autres méthodes. Les liqueurs potassiques filtrées retiennent sou-

(1) *Comptes rendus*, juin 1882, p. 1625.

vent un peu de cobalt qui les teinte en bleu; l'exposition à l'air décolore ces solutions en un ou deux jours à froid, ou en une heure à chaud; il se dépose de l'oxyde brun de cobalt.

» Les carbonates de baryte et de chaux n'opèrent du premier coup qu'une séparation imparfaite de Ga et Cb. Même à froid, après un contact de six heures seulement, les précipités contiennent des quantités très notables d'oxyde de cobalt. Contrairement à ce qui arrive avec les sels de zinc, j'ai trouvé un peu plus de CbO dans le précipité par CaO, CO^2 que dans celui par BaO, CO^2. L'inconvénient de la précipitation d'une certaine quantité d'oxyde de cobalt en présence des carbonates de baryte et de chaux est atténué par la séparation qui s'opère naturellement entre Ga^2O^3 et CbO, lors de l'ébullition ammoniacale ou du traitement à l'hydrate cuivrique employés pour éliminer les sels de chaux et de baryte.

» Dans la réaction du CaO, CO^2 à chaud, après réduction sulfureuse, il se dépose aussi des quantités notables d'oxyde de cobalt, lesquelles néanmoins s'éliminent entièrement si l'on répète une ou deux fois l'opération et aussi lors de l'ébullition ammoniacale ou du traitement à l'hydrate cuivrique ayant pour but d'enlever la chaux.

» L'ébullition prolongée, après sursaturation ammoniacale, permet de séparer très convenablement Ga de Cb; il faut seulement opérer sur une liqueur très acide, afin de produire une quantité suffisante de chlorure d'ammonium, et avoir soin de faire préalablement bouillir pour détruire les persels de cobalt. On ne verse l'ammoniaque que pendant l'ébullition. Les sels de purpuréo-cobaltiaque, qui se forment parfois en petite quantité, sont dissous et entraînés par les eaux de lavage. La galline ainsi obtenue retient presque toujours des traces de cobalt, qu'on élimine en répétant le traitement.

» On arrive à d'excellents résultats au moyen : soit de l'hydrate cuivrique, soit du cuivre métallique et protoxyde de cuivre. Il reste cependant des traces sensibles de cobalt dans les premiers précipités cuivriques; on s'en débarrasse rapidement au moyen d'une, ou tout au plus de deux autres opérations semblables.

» *Séparation d'avec le nickel.* — L'oxyde de nickel, précipité par la potasse bouillante en excès, retient la galline avec encore plus d'énergie que ne le fait l'oxyde de cobalt. Pour une liqueur contenant $0^{gr},005$ de gallium et 2^{gr} à 3^{gr} de NiO, une très notable portion de la galline se retrouve dans le précipité après le septième traitement potassique. Ce procédé ne saurait donc être appliqué hors le cas d'une faible quantité de nickel mêlée à

beaucoup de gallium. L'oxyde de nickel gallifère serait ensuite analysé par un des autres procédés.

» Quand on a des mélanges contenant peu de galline et une masse importante de protoxydes, tels que CbO, NiO, MnO, ZnO, etc., il est presque toujours fort avantageux de commencer par précipiter à l'ébullition tout le Ga^2O^3, en même temps qu'une petite fraction des protoxydes, au moyen d'un alcali. La recherche du gallium devient ainsi plus facile, puisqu'elle porte sur une faible quantité de matière.

» L'action des carbonates de chaux et de baryte à froid, ainsi que celle de CaO, CO^2 à chaud après réduction sulfureuse, donnent lieu aux mêmes remarques que pour la séparation d'avec le cobalt. J'ai également trouvé un peu plus de NiO insolubilisé avec le CaO, CO^2 qu'avec le BaO, CO^2.

» Une bonne séparation s'obtient par l'ébullition ammoniacale. La liqueur chlorhydrique primitive doit être très acide. Surtout quand le nickel est abondant, le précipité contient des quantités non négligeables de NiO, dont on se débarrasse en appliquant de nouveau une ou deux fois le même procédé.

» L'hydrate cuivrique, ainsi que le cuivre métallique et le protoxyde de cuivre, sont d'excellents réactifs à employer. Les traces d'oxyde de nickel entraînées dans les précipités à la première opération s'éliminent aisément par un ou tout au plus deux autres traitements semblables.

» *Séparation d'avec le thallium.* — Elle ne réussit pas bien en précipitant la solution alcoolique par l'iodure de potassium ; il reste du thallium dans la liqueur filtrée et des traces sensibles de gallium dans le dépôt. Il n'est pas non plus avantageux de réduire le thallium à l'état métallique par une lame de zinc. On introduit ainsi dans l'analyse les impuretés si fréquemment contenues dans le zinc, et le thallium entraîne du gallium, à moins que la liqueur ne soit maintenue suffisamment acide ; mais alors la précipitation du thallium est incomplète. Les huit procédés suivants sont recommandables, bien qu'à des degrés divers :

» 1° L'ébullition, après sursaturation ammoniacale, donne de bons résultats avec le sulfate, le chlorure (¹) ou le nitrate peu acide de thallium. Il faut préalablement ramener les sels au minimum par l'addition de quelques gouttes d'une solution d'acide sulfureux. S'il reste de faibles traces de thallium dans le précipité, on les élimine entièrement, en répétant une

(¹) Dans le cas du chlorure, le thallium doit être en assez faible quantité pour pouvoir se maintenir en solution.

fois l'ébullition ammoniacale; la galline obtenue ne donne alors au spectroscope aucun indice de la présence du thallium.

» 2° et 3° Les carbonates de chaux et de baryte précipitent la galline à froid sans insolubiliser de thallium, ou à peine de faibles traces qui disparaissent totalement par le fait des opérations destinées à enlever la chaux ou la baryte. Avant d'ajouter les carbonates terreux, on réduit la liqueur au moyen d'acide sulfureux.

» 4° Le CaO, CO^2 à chaud, après réduction sulfureuse, est d'un assez bon emploi. Il y a des traces sensibles de thallium dans le précipité, mais elles s'éliminent ultérieurement en même temps que la chaux.

» 5° et 6°. L'hydrate cuivrique, ainsi que le cuivre métallique et le protoxyde de cuivre, sont les meilleurs réactifs, car la galline se précipite très complètement sans entraîner trace de thallium. Quand on se sert d'hydrate cuivrique, les sels de thallium doivent d'abord être ramenés au minimum par l'acide sulfureux.

» 7° Si la quantité de thallium n'est pas trop considérable (de façon que le $TlCl$ reste dissous), on peut précipiter le gallium par le prussiate jaune de potasse, dans une liqueur chlorhydrique très acide, à la température d'environ 70°. Des traces de thallium souillent le dépôt qu'on reprend par un petit excès de potasse caustique; on ajoute à la liqueur alcaline quelques gouttes de sulfhydrate d'ammoniaque récemment préparé [1] et l'on filtre pour séparer le sulfure de thallium. La solution claire est évaporée à petit volume, sursaturée par un grand excès d'acide chlorhydrique et additionnée d'un peu de prussiate. Les traces très faibles de gallium entraînées par la petite quantité de Tl^2S recueillie sont généralement négligeables; au besoin, on les retirerait en suivant une des méthodes connues.

» 8° Le thallium peut enfin être précipité par le chlorure platinique d'une solution alcoolique, chargée d'acide chlorhydrique. Un courant prolongé d'hydrogène sulfuré enlève le platine contenu dans la liqueur, d'où l'on retire ensuite de la galline retenant seulement des traces de thallium. Le chloroplatinate, mis en suspension dans l'eau acidifiée par HCl, est traité par H^2S qui insolubilise le platine. Le sel de thallium obtenu ne contient pas de traces sensibles de gallium. »

---

(1) Si le sulfhydrate, au lieu d'être nouveau et incolore, est ancien et jaune, on n'obtient plus le sulfure noir ordinaire de thallium, mais un sulfure rouge-feu ou rouge brun, devenant rapidement fort dense et se dissolvant en proportion très sensible dans un excès de sulfhydrate jaune d'ammoniaque.

M. C. Jordan fait hommage à l'Académie du premier Volume de son « Cours d'Analyse de l'École Polytechnique (Calcul différentiel) ».

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE. — *Des nerfs sympathiques dilatateurs des vaisseaux de la bouche et des lèvres.* Note de MM. Dastre et Morat.

« Nous avons annoncé (*Comptes rendus*, 16 et 30 août 1880) l'existence, dans le cordon cervical du grand sympathique, considéré jusqu'à ce moment comme le nerf constricteur vasculaire type, de filets antagonistes destinés à dilater les vaisseaux d'une région de la tête, la région bucco-faciale. Il nous restait à faire connaître nos expériences de contrôle et à signaler les circonstances physiologiques de l'action de ces nerfs :

» 1° On sectionne la moelle épinière à la région inférieure du cou. On excite le segment postérieur. On voit alors se produire une dilatation primitive des vaisseaux dans une grande partie de la tête, particulièrement dans la région de l'oreille et dans la région bucco-faciale, muqueuses nasale, palatine, gingivale, géniale, labiale et parties cutanées correspondantes.

» Ce résultat s'observe chez tous les animaux sur lesquels nous avons expérimenté : chat, lapin, chien, chèvre. Il s'accorde avec l'existence de nerfs dilatateurs partant de ce segment de moelle.

» 2° On découvre les deuxième, troisième, quatrième et cinquième racines dorsales; après les avoir coupées et détachées de la moelle, on porte l'excitation sur le bout périphérique. Le résultat est encore la dilatation; mais il ne s'observe que chez le chien, et il est plus circonscrit, limité à la région bucco-faciale du côté correspondant aux racines excitées. Cette épreuve révèle donc, dans ces racines, l'existence de filets vaso-dilatateurs pour la région bucco-faciale. Ces éléments naissent de la moelle, s'en éloignent : ce sont des nerfs centrifuges ou moteurs.

» Mais chaque racine est double. L'excitation de la racine antérieure seule détermine la vaso-dilatation. Ces vaso-dilatateurs rentrent donc dans la loi établie par Magendie; ils sortent de la moelle par la même voie que tous les autres nerfs centrifuges.

» 3° On met à nu les rameaux communiquants qui vont des deuxième, troisième, quatrième et cinquième nerfs dorsaux à la chaîne du sympathique;

on les coupe et l'on excite le bout qui remonte dans le sympathique du côté de la tête. Même résultat : vaso-dilatation de la région bucco-faciale.

» Les nerfs vaso-dilatateurs suivent donc la voie du sympathique pour aller à leur destination ; il restait à les accompagner dans les rameaux que ce nerf envoie du côté de la face. Or,

» 4° L'excitation les manifeste dans les deux branches de l'anneau de Vieussens.

» 5° De là, on peut les suivre dans le cordon cervical, en tous ses points, quelque précaution que l'on prenne pour localiser l'excitation.

» Le sympathique mêle ensuite ses fibres à celles des nerfs craniens de la face et, en particulier, du trijumeau.

» 6° La comparaison des résultats obtenus par l'excitation du sympathique et celle du trijumeau montre que ce dernier reçoit du cordon cervical une notable partie des éléments dilatateurs qu'il contient. Ces nerfs moteurs d'une espèce particulière nous étant connus dans tout leur trajet, nous essayons de les mettre en jeu par un excitant moins artificiel que l'électricité :

» 7° Le sang, devenu asphyxique par la privation d'oxygène, est un excitant énergique du système nerveux, et principalement des centres encéphalo-rachidiens. Il provoque à l'activité les deux catégories de nerfs vaso-moteurs, et engendre des effets différents dans les différentes régions, suivant celle des catégories qui prédomine sur l'autre.

» Pour la région bucco-faciale, l'effet de l'asphyxie est la congestion. Si, d'un côté seulement, on interrompt la continuité du sympathique, la congestion est moindre, quelquefois nulle. La dilatation vasculaire asphyxique reconnaît donc pour un de ses facteurs importants le nerf que nous avons coupé, le sympathique.

» L'entrée en fonction de ces nerfs peut avoir pour cause initiale une excitation née sur place dans les centres ou venue de la périphérie. C'est ce dernier cas qui est le plus ordinaire ; autrement dit, le mouvement que ces nerfs commandent est réflexe.

» De quelles régions de la périphérie vient l'excitation ? Par quels nerfs sensitifs est-elle surtout apportée aux centres des vaso-dilatateurs buccaux ?

» Les expériences suivantes répondent à ces questions :

» 1° L'excitation du bout central du vague, isolé du sympathique dans la région inférieure du cou, provoque une vaso-dilatation primitive et bilatérale ;

» 2° La vaso-dilatation cesse ou diminue considérablement du côté où le sympathique a été préalablement coupé;

» 3° La vaso-dilatation cesse de se produire des deux côtés, si l'animal est chloroformé jusqu'à résolution ou si la moelle cervicale a été coupée dans un point quelconque de son étendue;

» 4° La vaso-dilatation est surtout considérable quand on excite le nerf laryngé supérieur ou le tronc du vague jusqu'à la naissance des rameaux pulmonaires; elle est à peu près nulle quand l'excitation porte au-dessous de ce point ou bien sur les rameaux cardiaques.

» Les nerfs sensitifs viscéraux qui gouvernent ce réflexe proviennent donc surtout des organes de la respiration.

» 5° L'excitation du bout central du nerf sciatique produit aussi la congestion bucco-faciale. L'excitation du nerf tibial, et vraisemblablement des autres nerfs cutanés, a aussi le même résultat.

» 6° Après la section du cordon cervical sympathique, l'excitation réflexe et l'excitation asphyxique du centre déterminent encore un certain degré de vaso-dilatation bucco-faciale. Lorsque la section a été faite depuis un temps supérieur à celui qui est nécessaire pour la dégénérescence des nerfs, l'excitation du nerf maxillaire supérieur a encore pour effet la congestion amoindrie de la lèvre correspondante. Il faut conclure que tous les vaso-dilatateurs de ces régions ne sont pas contenus dans le cordon cervical.

» Il en est des vaso-dilatateurs buccaux comme des nerfs dilatateurs de la pupille, qui ont avec eux beaucoup d'analogies et qui ne sont que partiellement contenus dans le cordon cervical. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Théorie du mouvement diurne de l'axe du monde.* Mémoire de M. **Folie**, présenté par M. Faye. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Bertrand, Serret, Daubrée, Tisserand.)

« L'étude du mouvement de l'axe du monde, dans l'hypothèse de la fluidité intérieure du globe, m'a amené à rechercher de plus près le mouvement diurne de cet axe, que je supposais devoir être sensible, si cette hypothèse était conforme à la réalité.

» En traitant cette question, je suis arrivé à intégrer complètement, sous forme finie, les équations différentielles du mouvement diurne dont

est affecté l'axe de la Terre, sous l'influence des actions du Soleil et de la Lune.

» J'ai été fort surpris, en traduisant mes formules en nombres, de trouver une précession et une nutation diurnes qui non seulement sont loin d'être insignifiantes, mais peuvent devenir sensibles à l'observation pour les circompolaires, *même en admettant que la Terre est solide à l'intérieur*.

» Dans une Note qui est en ce moment en transcription, je démontre que, dans cette dernière hypothèse, la nutation diurne, dont la période est de six heures, peut aller jusqu'à affecter de $0'',8$ l'ascension droite de la polaire; et que de la précession diurne, dont la période est de trois heures seulement, il peut résulter dans l'ascension droite de λ Petite Ourse une variation de $0'',5$.

» Je suis persuadé aujourd'hui que c'est à ce mouvement diurne, négligé par Laplace et Poisson, mouvement qui peut être amplifié si la Terre est fluide à l'intérieur, que sont dues les discordances entre les positions données par la *Connaissance des Temps* et par les autres éphémérides; et il m'est doux de pouvoir rendre, par ma théorie, à l'Astronomie française, un hommage bien mérité. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, le 6e fascicule du « Traité de Géologie » de M. *de Lapparent*.

S. M. **don Pedro d'Alcantara**, Empereur du Brésil, adresse, pour la Bibliothèque de l'Institut, le tome I des « Annales de l'Observatoire de Rio de Janeiro ». L'initiative de cette publication est due à M. *Liais*; la réalisation, à M. *Cruls*.

M. **Faye** présente, à ce sujet, les observations suivantes :

« L'Observatoire de Rio-Janeiro date de 1824; mais, annexé d'abord aux Écoles de Marine et de Guerre, il n'a guère été d'abord qu'un Observatoire d'exercice pour les élèves. Ce n'est qu'en 1870 que l'Empereur s'est décidé à en faire un établissement réellement scientifique.

» L'Empereur du Brésil a, en effet, compris de longue main le rôle qui est réservé à son beau pays dans le progrès général. Au point de vue astronomique, la capitale de son empire, à la limite sud de la zone équi-

noxiale, se trouve admirablement située pour toutes les observations qui doivent avoir pour théâtre la moitié australe du ciel, tandis que l'étude géodésique du vaste territoire brésilien est appelée à combler une grave lacune dans l'étude de la figure de la Terre.

» L'Observatoire de Rio, par la nature même de sa situation géographique, devait différer sensiblement de nos observatoires européens, placés sous des latitudes beaucoup plus élevées. En s'inspirant de cette condition, le directeur actuel, M. Liais, bien connu de l'Académie, a cherché à y introduire des instruments et des méthodes d'observation spéciaux.

» On ne pourra apprécier pleinement ces innovations qu'à l'époque où des observations suivies auront été faites et publiées. En attendant, on ne peut s'empêcher de reconnaître qu'il y a là plusieurs idées neuves fort habilement réalisées. Les astronomes accueilleront donc avec intérêt le beau volume où elles sont exposées, tout en regrettant que l'installation de ce vaste matériel, achevé ou en voie de préparation, doive être différée jusqu'au moment où un terrain convenable aura été concédé à l'Observatoire, dont l'emplacement actuel laisse à désirer.

» Comme déjà d'intéressantes observations y ont été faites, et à ce sujet nous rappellerons la part que l'Observatoire de Rio a prise à la recherche et à l'étude de comètes qui ont vivement excité l'intérêt public, nous en donnerons ici les coordonnées géographiques :

Longitude, à l'ouest de Greenwich	$2^h 52^m 41^s, 41$
Latitude	$-22°54'23'', 09$

» Ces coordonnées se rapportent au pilier qui a servi à la Commission chargée, par l'*Hydrographic Office* des États-Unis, de déterminer télégraphiquement la différence de longitude entre New-York et Rio. Sa latitude a été déterminée, au cercle méridien, par M. Cruls, premier astronome.

» En terminant ce bref exposé, nous tenons à rendre hommage à notre éminent et respecté confrère dom Pedro d'Alcantara, l'initiateur de tous les progrès accomplis en ce demi-siècle dans cette partie du monde. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations des taches et des facules solaires, faites à l'Observatoire royal du Collège romain, pendant le premier semestre de* 1882; par M. P. Tacchini.

« Le beau temps presque continu nous a permis d'accumuler un grand nombre de jours d'observation pendant l'hiver et le printemps derniers,

savoir : 25 en janvier, 25 en février, 26 en mars, 21 en avril, 17 en mai et 25 en juin. Voici les résultats :

Premier trimestre.	1882. Janvier.	Février.	Mars.
Fréquence relative des taches	15,12	28,40	26,96
Fréquence des jours sans tache	0,00	0,00	0,00
Grandeur relative des taches	24,68	42,64	52,59
Grandeur relative des facules	82,29	56,43	62,23
Nombre des groupes de taches par jour	4,00	5,44	5,58

» En comparant ces données avec les résultats relatifs au quatrième trimestre de 1881 (¹), on voit qu'au mois de janvier correspond un minimum secondaire des taches, aussi bien au point de vue de la fréquence qu'au point de vue de la grandeur relative. Les facules, au contraire, sont assez nombreuses au commencement du trimestre; on observe d'ailleurs assez souvent, dans la période d'activité, qu'à l'absence des taches correspond un plus grand nombre de facules pendant ce trimestre : on n'a trouvé qu'un seul jour sans taches.

Deuxième trimestre.	1882. Avril.	Mai.	Juin.
Fréquence relative des taches	31,62	18,26	19,92
Fréquence des jours sans tache	0,00	0,00	0,00
Grandeur relative des taches	147,10	60,65	36,48
Grandeur relative des facules	79,75	95,85	71,25
Nombre des groupes de taches par jour	6,62	4,33	3,32

» La grandeur relative des taches et le nombre des groupes par jour ont augmenté depuis le commencement de l'année jusqu'en avril; depuis, les nombres diminuent rapidement. De même, dans ce deuxième trimestre, on ne trouve pas un seul jour sans tache, ce qui prouve, avec la fréquence plus grande des taches, que l'activité solaire a augmenté, et que le maximum aura probablement lieu cette année. La période d'une demi-rotation solaire apparaît, d'une manière suffisamment claire, dans la série des observations relatives aux maxima et minima secondaires des taches, exception faite de la période comprise entre le 11 mars et le 18 avril, où le minimum disparaît, à cause de l'activité solaire presque continue, dans l'intervalle qui comprend les grandes taches visibles à l'œil nu. »

(¹) *Comptes rendus*, t. XCIV, p. 830.

ASTRONOMIE. — *Latitudes des groupes de taches solaires en 1881.* Note de M. A. Ricco, présentée par M. Janssen.

« En 1881, on a observé 258 groupes ou formations de taches et trous, dont 82 n'ont jamais présenté que des trous; ce qui donne, par jour, les moyennes respectives 0,71 et 0,22.

» On a aussi les moyennes suivantes :

Latitudes de tous les groupes	{ +19°,9 −19°,2
Durée d'un groupe (dans la demi-rotation visible)	5j,8
Durée d'un groupe de trous seulement	1j,8
Nombre le plus grand des taches (aire > 0,00001 du disque) dans un groupe	2,5

» De ces groupes, 16 ont reparu dans l'hémisphère boréal (après une ou même deux rotations), 10 dans l'hémisphère austral, ce qui indique une plus grande durée des groupes de l'hémisphère nord.

» Des variations de la latitude des groupes, d'une rotation à la suivante, il résulte constamment que les groupes des latitudes inférieures à 15° se sont déplacés vers l'équateur, et que les groupes des latitudes supérieures à 15° se sont déplacés vers les pôles.

» Dans presque tous les groupes que l'on a observés pendant plusieurs rotations, on trouve que le nombre des taches composantes a été plus grand aux premières rotations, ce qui prouve que le développement des groupes est plus rapide que leur disparition.

» La distribution des groupes aux latitudes diverses est la suivante : dans l'hémisphère nord, on a eu 132 groupes compris entre + 7° et + 29°, c'est-à-dire dans une zone de 22°, avec un maximum à + 20°. Dans l'hémisphère sud, on a eu 126 groupes compris entre — 3° et — 33°, c'est-à-dire dans une bande de 30°, bien plus large que la zone boréale, avec un maximum à — 18°, plus fort et plus accentué que le maximum boréal.

» Il est à remarquer que les centres des deux bandes de taches tombent à la même latitude, — 18°.

» Entre ces deux bandes, il y en a une troisième sans taches et même sans trous, dont la largeur est de 10°, avec le centre à + 2°.

» Les groupes de l'hémisphère nord sont plus riches en taches et plus durables que ceux de l'hémisphère sud.

» Les groupes les plus riches en taches et les plus durables se sont

formés aux latitudes des maxima précédents, excepté dans l'hémisphère nord, où la plus grande durée a été celle des groupes appartenant aux latitudes les plus basses.

» Les observations n'ayant subi que deux interruptions de cinq jours en décembre, une de trois en janvier, quelques autres de deux ou d'un seulement, il est probable que bien peu de groupes ont échappé aux observations. »

ASTRONOMIE. — *Sur l'orbite de Japhet.* Note de M. A. Hall.

« L'orbite de Japhet, le satellite extérieur de Saturne, présente quelques particularités intéressantes qui ont été discutées par Laplace, dans la *Mécanique céleste*, t. IV, ch. XVII. Dans ces derniers temps, M. Tisserand a entrepris de nouvelles recherches sur cette orbite, et il a mis à profit des données d'observations plus précises que celles qui avaient servi à Laplace; il a pu déterminer ainsi un nouveau système d'éléments qui ont été publiés dans les *Comptes rendus* (décembre 1876, p. 1269).

» La variation séculaire de la longitude du nœud donne une variation annuelle d'environ 3′; mais ce nombre dépend des actions combinées du Soleil, de l'anneau, de l'aplatissement de Saturne et des autres satellites.

» Il est peut-être difficile aujourd'hui de séparer ces forces perturbatrices; mais il est intéressant de chercher à déterminer les éléments de l'orbite de Japhet, en partant des observations du siècle dernier; car, en comparant ces éléments avec ceux déduits des observations récentes, on en conclura la variation du nœud d'une manière indépendante.

» Lalande attachait beaucoup d'intérêt à ce satellite, et, à ce qu'il semble, c'est sur sa demande que des observations en ont été faites en 1787 par Bernard à Marseille, et en 1789 par William Herschel. Les observations de Bernard ont été publiées par Lalande dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences* pour 1786, et je dois à M. Stephan, directeur de l'Observatoire de Marseille, une copie complète du Mémoire de Lalande qui contient ces observations. Les observations de W. Herschel, en 1789, ont été publiées dans les *Transactions philosophiques de la Société Royale de Londres*, 1790 (p. 432-438). Mais ces dernières observations sont si vagues qu'on ne peut guère en tirer de résultats utiles, et je ne me suis servi que de l'observation du 20 septembre 1789, que j'ai combinée avec mes propres observations de 1880 et 1881 pour en déduire le temps périodique du satellite.

» Les observations de Bernard paraissent avoir été faites avec beaucoup

de soin, et, à première vue, on pourrait espérer en tirer un bon système d'éléments pour 1787, mais il se présente une difficulté pour bien comprendre le sens des nombres publiés par Lalande, et il serait très désirable de retrouver et de publier le manuscrit de Bernard pour lever cette difficulté.

» Bernard a observé les différences d'ascension droite, et aussi les distances à la ligne des anses de l'anneau, et la difficulté consiste à savoir ce qu'il entend par les nombres donnés dans la colonne : *Distance à la ligne des anses, le diamètre de Saturne étant* 20″ (*Mémoires de l'Académie des Sciences,* 1786, p. 377). J'ai supposé que ces distances étaient mesurées perpendiculairement à la ligne des anses, et, en partant des éléments de l'anneau donnés par Bessel, j'ai calculé les différences de déclinaison par la formule

$$(1) \qquad \Delta\delta = \Delta\alpha \operatorname{tang} p - d \operatorname{séc} p,$$

$\Delta\alpha$ désignant la différence d'ascension droite, d la distance donnée à la ligne des anses, et p l'angle formé par cette ligne des anses avec le mouvement diurne.

» Mais cette supposition donne, pour le grand axe de l'orbite apparente du satellite, une position telle que l'inclinaison de l'orbite réelle sur l'écliptique serait tout à fait erronée; c'est cependant cette supposition qui paraît avoir été faite par Lalande, qui a déduit des élongations du 4 août et du 8 septembre 1787 les deux valeurs suivantes pour l'inclinaison : 24°48′ et 24°45′, valeurs qui sont bien d'accord entre elles, mais qui sont réellement en erreur de 6° environ. Cette valeur erronée de l'inclinaison a été adoptée par Laplace (*Mécanique céleste,* t. IV, p. 181).

» J'ai fait d'autres hypothèses sur le sens des nombres publiés dans la colonne mentionnée ci-dessus, mais je ne suis arrivé à aucun résultat satisfaisant, et j'espère qu'on pourra trouver les explications cherchées dans les Archives de l'Académie des Sciences, ou dans celles de l'Observatoire de Paris.

» La Table suivante donne la réduction des observations de Bernard, et leur comparaison avec les éléments adoptés. Le nœud et l'inclinaison de l'orbite ont été empruntés à M. Tisserand, et l'on a appliqué à la longitude du nœud la variation annuelle de — 2′54″. Les ascensions droites et les déclinaisons géocentriques apparentes de Saturne, ainsi que les logarithmes des distances à la Terre, ont été calculés avec les Tables de Le Verrier pour Saturne, de deux en deux jours, pendant la durée des observations de Bernard. La première colonne donne le temps moyen de Paris, pour

l'observation, corrigé de l'aberration, la longitude de l'Observatoire de Bernard étant supposée, d'après M. Stephan, de $0^m 12^s,7$, à l'est de Paris.

» La deuxième colonne donne la différence d'ascension droite, réduite à la distance moyenne de Saturne au Soleil. La troisième donne le résidu pour $\Delta\alpha$ (calcul-observation); l'anomalie moyenne du satellite a été déterminée de manière à vérifier les observations des 22 et 23 août. Il serait intéressant de savoir si Bernard a observé le premier bord de la planète, ou son centre.

» La quatrième colonne donne la valeur calculée de la différence de déclinaison, et la dernière contient la différence trouvée entre le calcul et l'observation, en tenant compte de la formule (1). Il y a lieu d'espérer qu'on retrouvera le manuscrit de Bernard; il serait intéressant de voir si Lalande a publié les observations telles qu'il les a reçues, ou s'il en a changé la forme pour la publication.

Date 1787.	Temps moyen de Paris.	$\Delta\alpha$.	Résidu (C — O).	$\Delta\delta$ calculé.	$\Delta\delta$ observé.
Juillet	19,4357	−150″,22	−10″,80	−11″,90	− 3″,35
»	22,4367	−258,69	−11,90	−14,81	+ 7,34
»	23,4159	−292,46	−10,97	−15,54	+11,34
»	24,4160	−319,37	−15,88	−16,17	+14,97
»	25,4299	−353,02	−12,48	−16,66	+14,27
»	26,4452	−379,85	−13,61	−17,01	+22,02
»	27,3953	−406,65	−10,82	−17,21	+23,65
»	28,3904	−426,63	−13,56	−17,30	+22,18
Août	1,3988	−495,15	− 8,59	−16,17	+29,80
»	3,3925	−512,15	− 5,08	−14,77	+22,33
»	4,3938	−515,55	− 3,65	−13,87	+22,71
»	5,4063	−515,25	− 2,59	−12,84	+20,15
»	6,4118	−511,62	− 1,60	−11,70	+23,18
»	7,4062	−501,28	− 4,10	−10,46	+18,57
»	9,3949	−475,04	− 5,20	− 7,97	+20,67
»	11,3975	−436,61	− 5,90	− 4,62	+21,30
»	12,4183	−416,32	− 2,45	− 2,98	+21,49
»	13,4154	−389,33	− 3,44	− 1,04	+21,72
»	14,4222	−362,39	− 1,52	+ 0,34	+20,26
»	22,3717	− 67,05	− 0,50	+12,62	+14,09
»	23,3348	− 26,82	− 0,03	+13,77	+11,79
»	29,3759	+234,90	−13,53	+18,14	− 4,12
»	31,3588	+295,47	− 1,97	+18,32	− 8,37
Septembre	1,2960	+329,16	− 4,25	+18,18	− 9,90

Date 1787.	Temps moyen de Paris.	Δα.	Résidu (C — O).	Δδ calculé.	Δδ observé.
Septembre........ ..	3,3767	+389″,93	— 2″,68	+17″,33	— 13″,04
»	7,3792	+485,00	—11,79	+13,78	—20,38
»	8,2956	+498,74	—12,88	+12,65	—22,09
»	9,2856	+512,53	—16,14	+11,32	—23,80
»	12,3764	+522,61	—14,60	+ 6,51	»
»	13,2789	+527,45	—22,15	+ 4,94	»
Octobre............	6,2430	—166,34	—16,97	—23,36	— 5,22
»	9,3826	—278,44	—16,17	—22,19	— 6,81
»	16,2149	—464,10	— 6,29	—15,00	— 7,33
»	19,3927	—501,77	— 8,68	— 9,98	+11,04
»	20,1939	—509,49	— 6,26	— 8,61	+14,15
»	21,2110	—510,29	— 9,32	— 6,82	+15,97
»	22,2025	—511,11	— 9,13	— 5,04	+17,80
»	25,2513	—492,28	—10,43	+ 0,55	+18,05

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Solution rapide du problème de Kepler.* Note de M. **Ch.-V. Zenger.**

« On connaît la difficulté et le grand nombre de réductions requises pour calculer l'anomalie vraie des planètes, au moyen de leur anomalie moyenne, par l'équation de Kepler

$$\text{(I)} \qquad \mathrm{E} - e \sin \mathrm{E} = m(\mathrm{T} - t) = \mathrm{F},$$

où E représente l'anomalie vraie, e l'excentricité d'orbite, m le mouvement diurne moyen, T le temps du périhélie et t le temps pour lequel on cherche l'anomalie vraie de la planète.

» Pour évaluer rapidement l'anomalie vraie, on peut partir de la supposition que la différence E — F soit très petite, à cause de la faible excentricité des orbites planétaires.

» Nous aurons alors

$$\mathrm{E} - \mathrm{F} = e \sin \mathrm{E},$$

$$\sin(\mathrm{E}-\mathrm{F}) + \tfrac{1}{6}\sin^3(\mathrm{E}-\mathrm{F}) + \tfrac{3}{40}\sin^5(\mathrm{E}-\mathrm{F}) + \ldots = e \sin \mathrm{E},$$

d'où

$$\text{(II)} \qquad \frac{\sin(\mathrm{E}-\mathrm{F})}{\sin \mathrm{E}}\left[1 + \tfrac{1}{6}\sin^2(\mathrm{E}-\mathrm{F}) + \tfrac{3}{40}\sin^4(\mathrm{E}-\mathrm{F}) + \ldots = e,\right.$$

$$\text{(III)} \qquad (\cos \mathrm{F} - \sin \mathrm{F} \cos \mathrm{E}) = \frac{e}{1 + \frac{1}{6}\sin^2(\mathrm{E}-\mathrm{F}) + \frac{3}{40}\sin^4(\mathrm{E}-\mathrm{F}) + \ldots}.$$

» On comprend aisément que la différence maximum angulaire possible est

$$E - F = e\omega.$$

» Remplaçons pour le premier rapprochement $E - F$ par $e\omega$, et nous aurons

$$\text{(IV)} \qquad \cos F - \sin F \cos E = \frac{e}{1 + \frac{1}{6}\sin^2(e\omega) + \frac{3}{40}\sin^4(e\omega) + \ldots},$$

$$\text{(V)} \qquad \cos F - \cos E = \frac{e \operatorname{coséc} F}{1 + \frac{1}{6}\sin^2(e\omega) + \frac{3}{40}\sin^4(e\omega) + \ldots}.$$

» La valeur $e\omega$ n'étant que l'excentricité exprimée en secondes d'arc et connue, on peut trouver la valeur de l'anomalie vraie approchée par l'équation

$$\text{(VI)} \qquad \cos E = \cos F - \frac{e \operatorname{coséc} F}{1 + \frac{1}{6}\sin^2(e\omega) + \frac{3}{40}\sin^4(e\omega) + \ldots}.$$

» C'est ainsi qu'on trouve la première valeur de E, déjà approchée à quelques minutes près.

» En mettant le calcul de l'anomalie vraie de Mars, fait par Mädler, en parallèle avec la méthode proposée, on voit combien son emploi peut épargner de calculs.

Anomalie vraie de Mars calculée, d'après la méthode des rapprochements, par Mädler et par Zenger.

» On cherche l'anomalie vraie de Mars le 24 avril 1840, à $13^h 25^m 15^s,0$.

		j h m s
Temps du périhélie de Mars....	T = 1840, janvier	8. 9.44. 0,0
Temps d'anomalie vraie.......	t = 1840, avril	24.13.25.15,0
	T − t.........	107. 3.41.15,0

Mouvement moyen diurne...... $m = \dfrac{360^\circ}{686,97964} = 0^\circ 31' 26'',519$

$$m(T - t) = F = 56^\circ 9' 7'',4,$$
$$e\omega = 5^\circ 20' 27'',04.$$

Excentricité de l'orbite de Mars.................. $e = 0,0932618.$

D'après Mädler :

$$E = 60^\circ.$$

$$\begin{array}{ll} \log\sin 60^\circ \ldots\ldots\ldots & 9,9375306 \\ \log e\omega \ldots\ldots\ldots\ldots & 4,2839195 \\ \hline & 4,2214501 = \log 16651'',33 \end{array}$$

$$E - e\omega\sin E \ldots\; 60^\circ - 4^\circ 37' 31'',33 = 55^\circ.22'.28'',67$$

$$F_0 = 56.\ 9.\ 7,40$$

$$\Delta F = -\ 0.46.38,75$$

D'après Zenger :

$$\cos E = 0,670645 - \frac{0,0932168}{0,8305\left(1 + \frac{\sin^2 5^\circ 20',45}{6} + \frac{\sin^4 5^\circ 20',45}{13,3}\right)},$$

$$\cos E = 0,670645 - \frac{0,0932168}{1,001452 \times 0,8305}$$

$$= 0,670645 - 0,111355,$$

$$\cos E = 0,559290,$$

$$\log\cos E = 9,74764,$$

$$E = 60^\circ 46',90 = 60^\circ 46' 54'',0,$$

$$\begin{array}{ll} \log e\omega'' \ldots\ldots\ldots\ldots & 4,28392 \\ \log\sin E \ldots\ldots\ldots\ldots & 9,94090 \\ \hline & 4,22482 = \log 16781'',0 \\ E \ldots\ldots\ldots\ldots & 60^\circ.46'.54'',0 \\ e\omega\sin E \ldots\ldots\ldots & 4.39.41,0 \\ \hline F' \ldots\ldots\ldots\ldots & 56.\ 7.13,0 \\ F_0 \ldots\ldots\ldots\ldots & 56.\ 9.\ 7,4 \\ \hline \Delta F \ldots\ldots\ldots\ldots & 0.\ 1.54,4 \end{array}$$

» On voit que l'erreur du premier rapprochement de Mädler par rapport à celui que fournit la méthode de Zenger est de $\frac{46,65}{1,91} = 24$ fois plus petite.

» Mädler a trouvé finalement

$$E_0 = 60^\circ 48' 53'',78,$$

ce qui donne

$$dE = -0^\circ 1' 59'',78.$$

On voit que l'erreur dans l'anomalie vraie est à peu près semblable à l'erreur de la valeur de l'angle F, d'où l'on peut conclure que la valeur de E doit être augmentée de cette différence, soit

$$E + \Delta F = 60^\circ 46' 54'',0 + 0^\circ 1' 54'',4 = 60^\circ 48' 48'',0,$$

et cette valeur ne diffère de celle qui a été trouvée par trois rapprochements successifs,

$$E_0 = 60^\circ 48' 53'',78,$$

que de

$$\Delta E' = -0^\circ 0' 5'',78.$$

» Mais le second rapprochement de Mädler est évalué comme suit :

$$E = 60^\circ 50'.$$

log sin E.	9,9411166
log $e\omega$.	4,2839195
	4,2250361 = log 16789″,43
60°50′ — 4°59′49″,43.	56°.10′.10″,57
F.	56. 9. 7, 4
ΔF.	0. 1. 3,17

tandis que $\Delta E = + 0^\circ 1' 6'',22$, d'où il suit que l'erreur de la méthode de Mädler est $\frac{66'',22}{5'',78} = 11,5$ fois plus grande que l'erreur du deuxième rapprochement, d'après la méthode de Zenger.

» C'est ainsi qu'on peut, par la substitution successive de valeurs corrigées de la différence angulaire E — F, par deux calculs de rapprochement, s'approcher avec plus de rapidité de la valeur vraie qu'on ne le peut avec la plupart des autres méthodes, car la voie est méthodique ; au lieu de la substitution arbitraire de Mädler, on cherche la correction par la formule même de Kepler.

» Cette méthode peut aussi s'appliquer aisément, et avec grand avantage, quand il s'agit de calculer des séries d'anomalies vraies, où des valeurs de corrections $1 + \frac{\sin^2(E-F)}{6} + \frac{3}{40}\,\frac{\sin^4(E-F)}{6}$ peuvent être considérées dans de certaines limites comme des constantes, et l'on n'a pas besoin de les calculer plusieurs fois pour la série de temps t, t_1, ..., t_n, si la différence $t_n - t$ n'est pas trop grande. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur le travail chimique produit par la pile.* Note de M. D. TOMMASI.

« *Couple à acide chromique et à acide sulfurique mélangés* (¹). — Ce couple dégagerait, d'après Favre, 117^cal,3 (²), mais 62^cal,5 seraient seulement trans-

(¹) Ce couple se compose d'un vase extérieur en verre contenant un zinc amalgamé plongeant dans l'eau acidulée par SO^4H^2 et d'un vase poreux contenant le mélange suivant : acide chromique, 25^gr ; eau, 50^cc ; acide sulfurique, 10^cc.

(²) L'exactitude de ce chiffre n'a pas pu être contrôlée par le calcul, car un certain nombre de données thermiques font défaut.

missibles au circuit. Il en résulterait donc qu'un seul couple à acide chromique ne devrait pas décomposer l'eau acidulée par l'acide sulfurique.

» En fait, si l'électrode positive de cet élément est en platine, l'eau n'est pas décomposée ; mais, si l'électrode est en charbon ou en mousse de platine, il y a électrolyse. La réaction chimique produite à l'intérieur de ce couple étant toujours la même, j'ai cherché à déterminer approximativement, au moyen de l'électrolyse, quel est le nombre de calories transmissibles au circuit par le couple à acide chromique, suivant que son électrode positive est en platine, en charbon ou en mousse de platine.

» (*a*) *Couple à acide chromique avec électrode en platine.* — Ce couple, comme on vient de le voir, ne décompose pas l'eau acidulée par l'acide sulfurique si les électrodes du voltamètre sont en platine [C = 69] ([1]), mais la décomposition de l'eau a lieu si l'électrode positive du voltamètre est en argent (C = 49). Un couple à acide chromique et un couple Regnault ([2]) décomposent l'eau avec les électrodes du voltamètre en platine (C = 69).

» Un couple à acide chromique décompose l'eau contenue dans deux voltamètres, si les deux électrodes positives sont l'une en argent et l'autre en cuivre (C = 62). Il résulte de ces expériences que la force électromotrice de ce couple doit être comprise entre 62^{cal} et 69^{cal}. Supposons, en effet, que la force électromotrice du couple à acide chromique avec l'électrode en platine soit égale à 65^{cal}, nous aurons :

$65^{cal} < 69^{cal}\,E^{-Pt}_{+Pt}$ ([3])	Pas de décomposition.
$65^{cal} > 49^{cal}\,E^{-Pt}_{+Ag}$	Il y a décomposition
$65^{cal} + 16^{cal},6$ ([4]) $> 69^{cal}\,E^{-Pt}_{+Pt}$	»
$65^{cal} > 62^{cal}\,E^{+Ag}_{-Pt} + E^{-Pt}_{+Cu}$	»

» On voit par là que le nombre de calories transmissibles au circuit $62^{cal},5$, donné par Fabre, se rapproche assez de celui que j'ai trouvé en suivant une voie toute différente. C'est un fait singulier que de voir un couple qui dégage $117^{cal},3$ n'en transmettre au circuit, sous forme d'énergie électrique, que tout au plus 70 ou 72 ; car, autrement, il devrait décomposer l'eau acidulée par l'acide sulfurique. Je reviendrai sur cette

([1]) C = calories absorbées par l'électrolyte.

([2]) Ce couple se compose d'un zinc et d'un cadmium, chaque métal plongé dans son propre sulfate. Sa force électromotrice est égale à $16^{cal},6$.

([3]) E = nature des électrodes du voltamètre à eau acidulée par SO^4H^2.

([4]) Couple zinc-cadmium.

question lorsque je parlerai du couple à eau oxygénée, qui présente aussi cette anomalie.

» (*b*) *Couple à acide chromique avec électrode en charbon.* — L'eau du voltamètre étant acidulée par l'acide sulfurique, il y a électrolyse avec les systèmes suivants : $E^{-Pt}_{+Pt} = 69^{cal}$ et $E^{-Pt}_{+Pt} + E^{-Pt}_{+Cu} = 82^{cal}$.

» Ce couple, associé à un élément zinc-platine et acide sulfurique dilué ($C = 38,7$), devrait décomposer le système suivant si réellement sa force électromotrice était égale à $117^{cal},3$; $E^{-Pt}_{+Pt} + E^{-Pt}_{+Pt} + E^{-Pt}_{+Cu} = 151^{cal}$.

» En effet, $117^{cal},3 + 38^{cal},7 > 151^{cal}$; cependant il n'y a pas d'électrolyse.

» Supposons maintenant que la force électromotrice du couple à acide chromique soit égale, par exemple, à 85^{cal}; dans ce cas, ce couple, associé à un élément Daniell ($C = 49$) et à un élément Regnault ($C = 16^{cal},6$), ne doit pas décomposer le système; $E^{-Pt}_{+Pt} + E^{-Pt}_{+Pt} + E^{-Pt}_{+Cu} = 151^{cal}$; puisque

$$\underbrace{85^{cal} + 49^{cal} + 16^{cal},6}_{150^{cal},6} < 151^{cal},$$

et c'est précisément ce qui a lieu. Mais un couple à acide chromique et un élément Regnault doivent décomposer et décomposent en effet le système suivant :

$$E^{-Pt}_{+Cu} + E^{-Pt}_{+Pt} + E^{-Pt}_{+Cu} = 95^{cal}, \quad \text{car} \quad 85^{cal} + 16^{cal},6 > 95^{cal}.$$

» Ces quelques expériences montrent que la force électromotrice du couple à acide chromique, avec électrode en charbon, ne doit pas être inférieure à 82^{cal}, ni supérieure à 90^{cal}, et que, par conséquent, on peut admettre, pour ce couple, le nombre 85^{cal} comme représentant *à peu près* sa force électromotrice.

» (*c*) *Couple à acide chromique avec électrode en mousse de platine.* — Le travail chimique produit par ce couple est sensiblement égal à celui qui est engendré par le couple précédent, aussi sa force électromotrice doit-elle être évaluée à environ 8^{cal}. On voit par là que l'état physique du platine influe notablement sur la force électromotrice du couple dans lequel il entre comme électrode positive. Pour le moment, je ne puis développer cette question, sur laquelle je me propose d'ailleurs de revenir prochainement.

» Il résulte donc de ces expériences :

» 1° Que le couple à acide chromique, tel que Favre l'a employé, c'est

à-dire, ayant son électrode positive en platine, ne produit qu'un travail chimique extérieur égal environ à 65^{cal};

2° Qu'en substituant au platine, dans ce même couple, le charbon ou la mousse de platine, on peut rendre transmissibles au circuit 85^{cal} environ, soit 20^{cal} en plus du couple précédent.

» Si maintenant on compare les forces électromotrices de couples à acide chromique, déterminées à l'aide de procédés physiques, on trouve, suivant la nature de l'électrode positive, les valeurs suivantes (1) :

Charbon = 1,574, Platine = 0,977, Cuivre = 0,961, Mousse de platine = ?

» La diminution de la force électromotrice que l'on observe dans le couple à acide chromique avec électrode en cuivre tient à ce que ce métal, étant attaqué par le mélange d'acide chromique et d'acide sulfurique, même si le circuit est ouvert, donne lieu à un courant en sens inverse du premier. Quant à la force électromotrice du couple à acide chromique avec électrode en mousse de platine, elle n'a pas encore été déterminée; mais on peut prévoir, d'après ce que j'ai dit, qu'elle sera supérieure à la force électromotrice des couples à acide chromique avec électrode en platine et probablement assez rapprochée de la force électromotrice du couple à acide chromique avec électrode en charbon. »

PHYSIQUE. — *Sur la variation du frottement produite par la polarisation voltaïque.* Note de M. **Krouchkoll**, présentée par M. Jamin.

« L'électromotographe de M. Edison a attiré l'attention des physiciens sur un fait nouveau: celui de la variation que subit le frottement d'une surface métallique contre un électrolyte lorsque, entre les deux corps frottants, on fait passer un courant. M. Koch a publié, en 1879, un travail (2) où il montre que la polarisation par l'oxygène altère la surface frottante de platine ou de palladium, de manière à augmenter le frottement. La polarisation par l'hydrogène ne produirait, d'après cet auteur, aucun effet.

» J'ai repris ces expériences en me plaçant dans des conditions différentes, et je suis parvenu à faire voir que la polarisation par l'oxygène

---

(1) Ces valeurs ont été données par M. Clarke pour le mélange suivant : bichromate de potasse, 3 parties; acide sulfurique, 4 parties; eau, 18.

(2) *Annales de Wiedemann*, n° 9, p. 92; 1879.

augmente le frottement, tandis que la polarisation par l'hydrogène le diminue.

» L'appareil dont je me sers se compose d'un cristallisoir au fond duquel est fixée une glace polie. Il est placé sur un plateau horizontal, tournant autour de son axe vertical sous l'action d'une petite machine Gramme, animée par deux bunsens. Un frotteur, formé d'une série de petits balais de platine, fixés dans de l'ébonite, frotte contre la glace pendant la rotation du plateau, et tend à entraîner l'aiguille d'une balance sensible à laquelle il est attaché. Le cristallisoir contient une certaine quantité d'eau acidulée au cinquième (par l'acide sulfurique) qui mouille les balais; ceux-ci sont mis en communication avec le pôle d'un élément de pile. Afin de faire porter toute la polarisation sur les balais du frotteur, je prends comme autre électrode une tige de cuivre plongeant dans du sulfate de cuivre : une telle électrode, d'après les expériences de M. Lippmann, est impolarisable. (Le sulfate de cuivre est mis dans un vase poreux, contenu lui-même dans un second vase poreux renfermant de l'eau et baignant dans le liquide du cristallisoir.) On met en marche l'appareil et l'on équilibre la balance. Il est alors facile de constater par l'inclinaison de celle-ci que la polarisation par l'oxygène augmente le frottement et que la polarisation par l'hydrogène le fait diminuer.

» Il suffit d'une force électromotrice d'un demi-daniell pour mettre le phénomène en évidence. La diminution du frottement par la polarisation négative et son augmentation par la polarisation positive croissent avec la force électromotrice qui sert à cette polarisation [1]. »

PHYSIQUE. — *Sur l'amplitude des vibrations téléphoniques*. Note de M. G. SALET, présentée par M. Wurtz.

« Tout le monde sait qu'on peut entendre, à travers une porte de sapin de peu d'épaisseur, les paroles prononcées dans une pièce d'ailleurs parfaitement close. Dans ce cas, les vibrations sonores transmises par l'air ébranlent synchroniquement la paroi de bois, et celle-ci transmet à son tour son mouvement à l'air extérieur comme pourrait le faire un piston mobile.

» Cette expérience familière aurait dû, semble-t-il, frapper les physiciens, car elle donne une preuve de l'exquise sensibilité de l'oreille. Les vibrations de la paroi sont en effet fort petites, à peine plus grandes que celles de la

(1) Ce travail a été fait au laboratoire des recherches physiques, dirigé par M. Jamin.

membrane d'un téléphone récepteur en action; or ces dernières sont si faibles qu'on a quelquefois révoqué en doute leur existence. Elles existent cependant, et je vais donner une idée de leur amplitude.

» J'ai fixé sur le diaphragme de fer d'un téléphone à main du système Bell un petit disque de verre pesant $0^{gr},45$; en face de celui-ci j'en ai disposé un second fournissant avec le premier les anneaux de Newton. L'appareil, comme on le voit, ressemble à celui que M. Fizeau a imaginé pour étudier les dilatations. Lorsqu'on parle à 5 ou 6 mètres du téléphone, ou lorsqu'on y lance un courant téléphonique produit à l'aide d'un bon transmetteur (celui de Bottscher, par exemple, qui ne nécessite l'emploi d'aucune pile), on voit les anneaux perdre de leur netteté et disparaître si l'on force un peu la voix. Ils vibrent en effet eux-mêmes, synchroniquement avec le diaphragme de fer, et rien n'est plus simple, d'après l'amplitude de leurs oscillations, que de calculer celle des vibrations de la membrane.

» Il est certain cependant que la surcharge de $0^{gr},5$ imposée à celle-ci doit en rendre les mouvements un peu moins étendus : les résultats obtenus par la méthode actuelle pèchent donc vraisemblablement par défaut plutôt que par excès.

» Pour évaluer le déplacement des anneaux, on dispose, devant le téléphone récepteur auquel on fait émettre un son continu, un disque tournant percé de fentes, comme celui du phénakisticope. On constate que, pour une certaine vitesse de rotation, les anneaux reparaissent avec netteté. Si l'on souffle alors au travers du disque, de façon à le faire agir comme une sirène, on vérifie que le son produit est à l'unisson avec celui transmis par le téléphone. Baisse-t-il ou monte-t-il légèrement, aussitôt les anneaux oscillent, d'abord lentement, puis avec une telle rapidité qu'ils redeviennent invisibles. Pendant qu'ils oscillent, on peut évaluer facilement leur déplacement : dans une expérience faite en émettant dans le transmetteur le *la* du diapason sur la voyelle *ou*, avec une intensité modérée, ce déplacement a été à peu près égal à la distance de deux anneaux consécutifs. L'amplitude des vibrations de la plaque réceptrice était donc de 2 à 3 *dix-millièmes de millimètre*.

» Si on lance dans le téléphone des courants d'intensités diverses, mais fort petites, et dont aucun, par exemple, ne produise le déplacement des anneaux au delà de la moitié de la distance qui les sépare, on pourra, en considérant un point de la lame de verre, conclure de son éclat à l'intensité du courant. Ce singulier procédé galvanométrique pourra sans doute être utilisé dans un récepteur télectroscopique. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Recherches sur l'emploi des manomètres à écrasement pour la mesure des pressions développées par les substances explosives.* Note de MM. **Sarrau** et **Vieille**, présentée par M. Berthelot.

« 1. Nous avons étudié, avec le dispositif décrit dans une précédente Communication [1], le développement de la pression de divers explosifs en éprouvette close, et nous avons appliqué les résultats de cette étude à l'évaluation de la pression maximum.

» Nous avons fait varier, dans ces expériences, la masse et la section du piston. La loi du développement de la pression a été modifiée en employant le même explosif sous des états différents (blocs comprimés, fragments de galettes, grains et poussiers diversement ténus), la pression maximum restant la même par l'adoption d'une même densité de chargement [2].

» Nous avons fait varier ainsi les durées τ et τ_0 [3], et, par suite, le rapport $\frac{\tau}{\tau_0}$ qui détermine, suivant la relation $P = k_0 + \frac{k\varepsilon}{1+\varphi\left(\frac{\tau}{\tau_0}\right)}$, la valeur à attribuer à la pression maximum P d'après l'écrasement mesuré ε.

» Le Tableau ci-après résume les principaux résultats obtenus avec un piston de 1^{cq} de section :

Désignation de l'explosif.	Densité de chargement.	État de l'explosif.	Poids du piston.	Durées τ_0.	Durées τ.	$\frac{\tau}{\tau_0}$.	Écrasement ε.
			gr	s	s		mm
Poudre de guerre.	0,70	poussier	59,7	0,000343	0,00165	4,8	5,70
	»	»	42,7	0,000298	»	5,5	5,73
	»	grains (poudre F_1)	59,7	0,000343	0,00255	7,4	5,70
	»	»	42,7	0,000298	»	8,6	5,67
	»	poussier	15,7	0,000186	0,00165	8,9	5,73
	»	fragment de galette	59,7	0,000343	0,00420	12,5	5,60
	»	»	»	»	0,00570	17,0	5,80
	»	bloc comprimé	»	»	0,07300	218,0	5,50
	»	»	»	»	0,08400	251,0	5,60

(1) *Comptes rendus*, séance du 17 juillet 1882.

(2) La densité de chargement est le rapport du poids de l'explosif à la capacité de l'éprouvette.

(3) Nous appelons τ le temps qui sépare la production de la pression maximum de l'origine du mouvement, et τ_0 la durée de l'écrasement du cylindre par une force agissant sur le piston sans vitesse initiale.

Désignation de l'explosif.	Densité de chargement.	État de l'explosif.	Poids du piston.	Durées τ_0.	Durées τ.	$\frac{\tau}{\tau_0}$.	Écrasement ε.
			gr	s	s		mm
Picrate de potasse	0,30	poussier	59,7	0,000343	0	0,0	5,40
	»	bloc comprimé	»	»	0,00052	1,5	4,20
	»	»	»	»	0,00064	1,9	3,40
Coton-poudre ..	0,20	poussier	727,1	0,001172	0	0	5,40
	»	»	59,7	0,000343	0	0	5,42
	»	»	42,7	0,000298	0	0	5,40
	»	»	15,7	0,000186	0	0	5,03
Nitro-glycérine.	0,30	dynamite	4000,0	0,002744	0,00026	0,09	6,50
	»	»	727,1	0,001172	»	0,22	6,25
	»	»	59,7	0,000343	»	0,76	5,50
	»	»	15,7	0,000186	»	1,40	3,52
	»	»	6,9	0,000136	»	1,90	3,50
	»	»	3,8	0,000111	»	2,30	3,50

» **2.** Les résultats de ce Tableau conduisent aux remarques suivantes :

» 1° *Poudre de guerre.* — L'écrasement n'éprouve pas de variation appréciable lorsque $\frac{\tau}{\tau_0}$ varie de 4,8 à 251,0. Par suite, la fonction φ reste sensiblement constante ; d'ailleurs cette fonction tend vers zéro pour des valeurs croissantes de la variable : sa valeur est donc négligeable dans les conditions des expériences et la pression doit être calculée par la formule $P = k_0 + k\varepsilon$. En prenant $\varepsilon = 5,67$, $k_0 = 541$, $k = 535$ (1), on trouve la pression maximum des gaz de la poudre, à la densité de 0,70, égale à 3574^{kg} par centimètre carré.

» 2° *Picrate de potasse.* — La décomposition du picrate de potasse, à l'état de poussier, paraît extrêmement rapide, l'expérience n'ayant assigné à τ aucune valeur appréciable. La pression maximum doit alors être calculée par la relation $P = k_0 + \frac{k\varepsilon}{2}$; pour $\varepsilon = 5,40$, elle est égale à 1985^{kg}.

» 3° *Coton-poudre.* — La valeur de τ est également insensible, et la valeur de φ se réduisant à l'unité, l'écrasement ne doit pas varier avec la masse du piston. Ce résultat est, en effet, confirmé par l'ensemble des expériences.

» 4° *Nitroglycérine.* — La nitroglycérine, à l'état de dynamite, se décompose plus lentement que le picrate de potasse et le coton-poudre.

(1) *Comptes rendus*, séance du 3 juillet 1882.

Cependant, la valeur de $\frac{\tau}{\tau_0}$ est devenue négligeable par l'emploi d'un piston de 4^{kg}. L'écrasement alors est presque double de ceux que l'on a obtenus avec des pistons de 6,9 et 3,8, correspondant à des valeurs de $\frac{\tau}{\tau_0}$ égales à 1,9 et 2,3. Ce résultat indique que, pour la dynamite, dont la loi de combustion ne pouvait pas être modifiée par une modification de l'état de la matière, il a été possible de réaliser les deux limites, avec des cas intermédiaires, par la variation étendue de la masse du piston.

» La valeur de la pression maximum, mesurée par la force de tarage correspondant à la moitié de l'écrasement produit par le piston de 4^{kg}, est égale à 2547^{kg} par centimètre carré.

» 3. Ces résultats mettent en évidence l'importance de l'analyse que nous avons faite du fonctionnement de l'appareil, au point de vue de la comparaison des pressions développées par les explosifs. Par exemple, à la densité de 0,30 et avec le piston de 59,7, le picrate de potasse et la dynamite donnent à très peu près le même écrasement. La règle admise jusqu'à présent conduirait à attribuer la même valeur aux pressions maxima des deux substances, alors que la discussion des résultats obtenus conduit à fixer, pour une densité de chargement de 0,30, le maximum à 1985 pour le picrate et à 2547 pour la dynamite. »

MINÉRALOGIE. — *Reproduction de la calcite et de la withérite.* Note de MM. **Miron** et **Bruneau**.

« La plupart des eaux courantes, eaux de sources, eaux de rivières, etc., tiennent en dissolution du carbonate de chaux, grâce à la présence d'un excès d'acide carbonique. Les eaux de certaines sources, dites pétrifiantes, telles que les eaux de Saint-Allyre, en contiennent même de si grandes quantités, qu'en arrivant à la surface du sol elles perdent une partie de l'acide carbonique qu'elles contenaient, et laissent déposer du carbonate de chaux cristallisé sur les objets qu'elles rencontrent. En saturant l'acide carbonique libre d'une eau courante ordinaire, on peut déterminer des pétrifications ou incrustations analogues à celles des sources dites pétrifiantes. C'est ce que nous avons fait, en opérant comme il suit :

» *Calcite.* — Si l'on alimente une trompe avec une eau de rivière, et que cette trompe aspire de l'air chargé de gaz ammoniac, on obtient, dans le tube d'écoulement, des cristaux rhomboédriques de carbonate de chaux.

» Nous avons opéré avec l'eau de la Ville de Paris, qui alimente le laboratoire de Chimie de la Sorbonne. En réglant le courant d'eau de telle sorte que la trompe débite un litre d'eau par minute, le courant gazeux étant assez rapide, on obtient des cristaux bien nets en moins d'une demi-heure. En abandonnant l'expérience à elle-même pendant trente-six heures environ, on arrive à obstruer presque complètement un tube de $0^m,008$ de diamètre intérieur. Les cristaux les plus beaux se forment à la partie inférieure du tube, et tous rayonnent du centre à la circonférence.

» En faisant tomber, sur des moules ou des objets divers, l'eau de rivière qui sort de ces tubes, on peut reproduire des incrustations ou pétrifications, en tout semblables à celles des sources de Saint-Allyre, Saint-Nectaire.

» Ce procédé pourrait s'appliquer aux eaux de ces dernières sources, et permettrait d'abréger beaucoup le temps nécessaire pour obtenir les pétrifications.

» *Withérite*. — Nous avons opéré, comme précédemment, non plus avec l'eau de la Ville de Paris, mais avec de l'eau distillée, contenant ($0^{gr},20$) de carbonate de baryte, maintenus en dissolution au moyen d'acide carbonique dissous dans l'eau.

» Nous avons obtenu ainsi une matière blanche, cristallisée en prismes rhomboïdaux droits, faisant effervescence avec les acides. Tout nous porte à croire que nous avons affaire à de la withérite. Des expériences ultérieures nous permettront de décider de la composition de ce carbonate.

» Nous appliquerons cette méthode à la reproduction de divers carbonates, et d'autres espèces minérales solubles dans les acides [1]. »

CHIMIE. — *Sur la vaporisation des métaux dans le vide.* Note de M. **Eug. Demarçay**, présentée par M. Cahours.

« On sait que les métaux ont pu être volatilisés à des températures généralement élevées, l'emploi de l'arc électrique étant fréquemment nécessaire. Ces expériences ont été effectuées dans l'air ou dans des gaz à la pression ordinaire.

» J'ai été conduit à examiner si l'on ne pourrait pas obtenir de volatilisation sensible à des températures plus basses en diminuant la pression, et à plus forte raison dans le vide, et j'ai pu constater qu'il en était effecti-

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de Chimie de la Sorbonne.

vement ainsi. Tous les métaux que j'ai examinés ont en effet manifesté des indices de volatilisation à des températures relativement très basses. Mais je n'ai étudié jusqu'ici, en employant les précautions nécessaires, que les métaux les plus volatils, certaines difficultés ne m'ayant pas encore permis de terminer cette étude.

» J'emploie, pour mettre ces phénomènes en évidence, un tube en cristal de $0^m,012$ de diamètre, fermé à l'une de ses extrémités, et qui contient le métal. Le chauffage s'effectue au moyen des vapeurs de soufre, de mercure, de sébate, de méthyle, d'aniline, d'oxalate de méthyle ou d'eau, ce qui donne les températures d'environ 440°, 360°, 292°, 184°, 161° et 100°. Un tube de verre mince en U, traversé par un courant d'eau froide, descend jusqu'à $0^m,02$ environ du métal dans le tube de cristal, qui est relié à une trompe de Sprengel par un tube de plomb mastiqué sur le verre à ses deux extrémités. Le vide étant obtenu, on chauffe le tube dans l'une des vapeurs mentionnées plus haut, en continuant le fonctionnement de la trompe pendant tout le temps de l'expérience.

» On observe généralement au début de la chauffe un dégagement de gaz qui cesse au bout d'un temps variable suivant le métal. Après un temps plus ou moins long, on voit l'extrémité du tube froid en U se recouvrir d'une couche noirâtre qui, si l'expérience est suffisamment prolongée, prend l'aspect métallique. Les métaux dont je me bornerai à parler aujourd'hui sont le cadmium, le zinc, l'antimoine, le bismuth, le plomb et l'étain; leur volatilité existe déjà pour le cadmium à 160°, le zinc à 184°, l'antimoine et le bismuth à 292°, le plomb et l'étain à 360°.

» Les dépôts sont assez notables pour être pesés (5^{mgr} à 15^{mgr}) pour des expériences durant de vingt-quatre à quarante-huit heures. A des températures plus élevées, les dépôts deviennent de plus en plus abondants et finissent par être épais, l'extrémité seule du tube en U se recouvrant de métal.

» Ainsi le cadmium à 184° a donné, après vingt heures, un dépôt pesant près de $0^{gr},10$. Je n'ai pu encore constater de vaporisation à des températures inférieures à celles que j'ai mentionnées, mais je ne doute pas qu'elles n'existent. En effet, au moment où l'on chauffe ces métaux, il se forme à leur surface une mince couche d'un sous-oxyde de couleur foncée qui est bien moins volatil que le métal et qui, si l'on n'a pas pris de précautions pour l'éviter, s'oppose à la vaporisation à des températures bien supérieures à celles que j'ai notées plus haut. Dans ces cas, si l'on continue l'expérience, on voit généralement le dépôt métallique commencer à se faire soudaine-

ment, grâce, sans doute, à quelque fissure du vernis superficiel de sous-oxyde.

» J'espère pouvoir surmonter ces difficultés et être en état d'annoncer prochainement à l'Académie que les métaux précédents, et même ceux des familles du fer et du platine, etc., se vaporisent à des températures bien inférieures à celles qu'on admet en général.

» Je me borne, pour le moment, à faire connaître ces résultats, afin de prendre date. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le dosage des matières astringentes des vins.* Note de M. **Aimé Girard**.

« Le dosage des matières astringentes contenues dans les vins est, et avec juste raison, considéré comme une des opérations les plus délicates que comprenne l'analyse des produits agricoles. Ces matières sont diverses, et, parmi elles, on voit figurer d'abord un composé tannique souvent désigné sous le nom d'*œnotannin,* ensuite plusieurs matières colorantes, dont quelques-unes, très probablement, ont avec l'œnotannin des relations intimes de constitution.

» Pour en déterminer la proportion, nombre de procédés ont été imaginés, qui tantôt visent simplement le dosage en bloc de l'œnotannin et des matières colorantes, tantôt prétendent opérer le départ de l'un et des autres.

» Au cours de recherches que j'achève en ce moment sur la composition des vins de marc, j'ai eu l'occasion d'étudier ces procédés et j'ai reconnu que, si quelques-uns entre des mains exercées, appliqués d'ailleurs à des vins ordinaires, peuvent donner une certaine approximation, tous deviennent incertains, lorsque la quantité de matières astringentes à doser est faible. Je me suis ainsi trouvé conduit à rechercher un procédé qui, précis et simple à la fois, permettant de peser directement les produits à doser, m'offrît les garanties nécessaires pour l'estimation en bloc de l'œnotannin et des matières colorantes contenues dans les vins, c'est-à-dire des substances qui, en bloc également, concourent à donner à cette boisson un caractère et un goût spécifiques.

» C'est dans la combinaison de ces substances avec les tissus animaux que j'ai trouvé le principe de ce procédé. Déjà, et depuis longtemps, pour le dosage des matières tannantes, l'emploi de la peau avait été proposé; dès 1833, Pelouze en a fait usage pour séparer le tannin de l'acide gallique;

plus récemment, en 1875, MM. Müntz et Ramsparker ont basé sur l'absorption du tannin par la peau un procédé densimétrique pour l'analyse des écorces ; quelques chimistes même paraissent y avoir eu recours pour l'analyse des vins, mais l'expérience que j'en ai faite m'a démontré que l'emploi de la peau ordinaire, en cette dernière circonstance, présente des difficultés, dues surtout aux différences de composition et d'état hygrométrique de parties peu éloignées cependant les unes des autres.

» J'ai pensé alors à substituer à la peau un tissu animal pur et que l'on pût même considérer comme une espèce chimique définie; ce tissu, je l'ai trouvé dans les boyaux de mouton dont sont faites les cordes harmoniques. M. Thibouville-Lamy a eu l'obligeance de mettre à ma disposition les produits nécessaires à cette étude, produits qu'il convenait de prendre, non pas en l'état d'achèvement où le commerce les offre aux musiciens, mais en cours même de fabrication et avant cet achèvement.

» Le procédé suivant lequel ces boyaux sont préparés par M. Thibouville-Lamy suffit à garantir la pureté de la matière, pureté que l'examen microscopique et chimique permet d'ailleurs de vérifier. Soigneusement lavés, débarrassés mécaniquement, par le grattage, des tissus étrangers et surtout des tissus adipeux, soumis ensuite à l'action des alcalis, blanchis au permanganate de potasse et à l'acide sulfureux, les boyaux sont ensuite tordus sur un métier et transformés ainsi en cordes, qu'on blanchit une fois encore à l'acide sulfureux gazeux et qu'on parfait enfin, en les polissant en présence d'une petite quantité d'huile.

» C'est avant cette dernière opération, avant le polissage à l'huile, que les cordes doivent être employées à l'analyse des vins ; celles qui, dans mes essais, m'ont donné les meilleurs résultats sont les cordes blanches de qualité supérieure, connues sous le nom de *ré de violon*. Faciles à manier, d'une pureté remarquable, les cordes de cette sorte absorbent avec facilité, et en se colorant fortement, les divers principes astringents que le vin contient, tandis que dans le liquide décoloré, privé d'œnotannin, restent inaltérés tous les autres éléments : alcool, glycérine, acide succinique, crème de tartre, gomme, etc.

» La marche à suivre pour exécuter, d'après le principe que je viens d'indiquer, le dosage simultané de l'œnotannin et des matières colorantes est la suivante : on opère sur 100^{cc} de vin, en prenant la précaution, si ce vin est très chargé, de l'étendre d'eau. Quatre ou cinq cordes sont réunies, et du faisceau l'on détache environ 1^{gr} de matière pour y doser l'eau. D'autre part, on pèse une quantité de ces mêmes cordes, qui doit varier

de 3gr pour les vins faibles à 5gr pour les vins très chargés. La quantité ainsi pesée est mise à tremper dans l'eau pendant quatre ou cinq heures; là, les cordes se gonflent et deviennent faciles à détordre à la main. Ainsi détordus, les cinq boyaux dont chaque corde de *ré* est faite sont immergés dans le vin à analyser. A leur contact, ce vin se modifie rapidement; au bout de vingt-quatre heures en général, de quarante-huit heures au plus, toute coloration a disparu du liquide, et l'addition du perchlorure de fer n'y produit plus aucune réaction.

» Lavés à deux ou trois reprises à l'eau distillée, les fragments de cordes tannés et teints sont alors desséchés d'abord à 35°-40° dans un vase plat, puis, quand ils ont perdu toute propriété adhésive et parce que la matière est très hygrométrique, logés dans un flacon facile à fermer à l'émeri, où leur dessiccation s'achève à une température qui ne doit pas dépasser 100°-102°.

» La dessiccation achevée, la comparaison entre les poids, d'une part de la corde (ramenée par le calcul à l'état sec) que l'on a mise en œuvre, d'une autre de cette même corde tannée, colorée et séchée, suffit à donner la proportion d'œnotannin et de matières colorantes contenues dans le vin.

» Des expériences répétées sur un grand nombre de vins m'ont permis de reconnaître à ce procédé une remarquable simplicité d'exécution, en même temps qu'une précision supérieure à celle des procédés proposés jusqu'ici pour atteindre le même but. »

CHIMIE. — *Loi de congélation des solutions benzéniques des substances neutres.* Note de M. **F.-M. Raoult.**

« La méthode suivie dans ces recherches ne diffère pas de celle dont j'ai fait usage, pour l'étude du point de congélation des solutions aqueuses des matières organiques, et que j'ai déjà décrite (*Comptes rendus*, 5 juin 1882). Le volume du liquide employé dans chaque expérience était toujours de 115cc. Le poids de substance dissoute dans la benzine était tel que l'abaissement du point de congélation de ce liquide fût de 1° à 2°; abaissement bien suffisant, puisqu'il était déterminé avec certitude à $\frac{1}{200}$ de degré près. La benzine employée, presque chimiquement pure, se congelait à 4°,96. Voici quelques-uns des résultats que j'ai obtenus avec des composés très divers, appartenant aux groupes des *hydrocarbures*, des *éthers*

et des *aldéhydes*; ceux qui se rapportent aux alcalis, aux acides et aux alcools seront présentés ultérieurement.

Substances dissoutes dans la benzine.	Formules.	Poids moléculaire.	Abaissement du point de congélation pour 1gr de substance dans 100gr de benzine.	Produit du poids moléculaire par l'abaissement dû à 1gr de substance.
Iodure de méthyle	C^2H^3I	142	0,335	50,4
Chloroforme	C^2HCl^3	119,5	0,428	51,1
Formène perchloré	C^2Cl^4	154	0,333	51,2
Sulfure de carbone	C^2S^4	76	0,654	49,7
Iodure d'éthyle	C^4H^5I	156	0,331	51,6
Bromure d'éthyle	C^4H^5Br	109	0,461	50,2
Hydrure d'hexyle	$C^{12}H^{14}$	86	0,597	51,3
Chlorure d'éthylène	$C^4H^4Cl^2$	99	0,491	48,6
Térébenthène	$C^{20}H^{16}$	136	0,366	49,8
Nitrobenzine	$C^{12}H^5AzO^4$	123	0,390	48,0
Naphtaline	$C^{20}H^8$	128	0,391	50,0
Anthracène	$C^{28}H^{10}$	178	0,287	51,2
Azotate de méthyle	$C^2A^3AzO^6$	77	0,640	49,3
Oxalate de méthyle	$C^8H^6O^8$	118	0,417	49,2
Salicylate de méthyle	$C^{16}H^8O^6$	152	0,339	51,5
Éther	$C^8H^{10}O^2$	74	0,671	49,7
Sulfure d'éthyle	$C^8H^{10}S^2$	90	0,576	51,8
Cyanure d'éthyle	C^6H^5Az	55	0,938	51,6
Formiate d'éthyle	$C^6H^6O^4$	74	0,666	49,3
Valérianate d'éthyle	$C^{14}H^{14}O^4$	130	0,384	50,0
Sulfocyanure d'allyle	$C^8H^5AzS^2$	99	0,519	51,4
Nitroglycérine	$C^6Az^3H^5O^{18}$	227	0,220	49,9
Tributyrine	$C^{30}H^{26}O^{12}$	302	0,161	48,7
Trioléine	$C^{114}H^{104}O^{12}$	884	0,056	49,8
Aldéhyde	$C^4H^4O^2$	44	1,107	48,7
Chloral (anhydre)	$C^4HO^2Cl^3$	147,5	0,342	50,3
Aldéhyde benzoïque	$C^{14}H^6O^2$	106	0,473	50,1
Camphre	$C^{20}H^{16}O^2$	152	0,338	51,4
Acétone	$C^6H^6O^2$	58	0,850	49,3
Valérone	$C^{18}H^{18}O^2$	142	0,359	51,0

» Le coefficient d'abaissement, c'est-à-dire l'abaissement du point de congélation dû à 1gr de substance dissoute dans 100gr de benzine, varie beaucoup d'un corps à l'autre, comme on le voit; cependant, si l'on multiplie le coefficient d'abaissement d'un quelconque de ces corps par son

poids moléculaire, on trouve un produit sensiblement constant. Ce produit, qui représente l'abaissement dû à une molécule, est toujours très rapproché du nombre 50.

» Il résulte de là que *les acétones, les aldéhydes, les éthers, les hydrocarbures et leur dérivés, dissous dans un même poids de benzine en quantités proportionnelles à leurs poids moléculaires, abaissent tous le point de congélation de ce liquide à peu près du même nombre de degrés.* Cette loi est tout à fait analogue à celle que j'ai établie précédemment pour les solutions aqueuses des matières organiques, et elle la confirme en la généralisant.

» Il est donc permis de dire, dès à présent : *Dans une multitude de cas, l'abaissement du point de congélation d'un dissolvant ne dépend que du rapport entre les nombres de molécules du corps dissous et du dissolvant; il est indépendant de la nature, du nombre, de l'arrangement des atomes qui composent les molécules dissoutes* ».

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Moyen de conférer artificiellement l'immunité contre le charbon symptomatique ou bactérien avec du virus atténué.* Note de MM. **Arloing**, **Cornevin** et **Thomas**, présentée par M. Bouley.

« Nous sommes parvenus à conférer l'immunité contre le charbon symptomatique par l'inoculation du virus naturel dans les veines et dans les voies trachéo-bronchiques. L'injection intra-veineuse a même été appliquée sur une large échelle, et son efficacité contrôlée. Aujourd'hui nous désirons appeler l'attention de l'Académie sur un moyen d'atteindre le même résultat en injectant sous la peau du virus dont l'activité est atténuée.

» A. Le procédé d'atténuation que nous avons réglé et appliqué nous a été inspiré par les travaux de M. Toussaint sur la bactéridie du sang de rate, travaux qui viennent d'être repris avec le plus grand succès par notre maître M. Chauveau. Effectivement, il consiste à faire agir la chaleur sur la sérosité virulente extraite des tumeurs charbonneuses; seulement, cette sérosité est desséchée préalablement à la température de 32°, dans un courant d'air qui permet d'obtenir la dessiccation avant l'arrivée de la putréfaction.

» Une longue série d'expériences nous a démontré qu'en triturant une certaine quantité de virus desséché, dans les conditions indiquées ci-dessus, avec deux fois son poids d'eau, de façon à hydrater également toutes les

parcelles, et en portant ces mélanges dans une étuve chauffée depuis + 85° à + 100°, où on les maintient pendant six heures, on obtient une série de virus atténués à des degrés divers. Il est important de n'atténuer qu'une petite quantité de virus à la fois et de régler le chauffage de l'étuve de telle sorte que sa température initiale soit rétablie moins de deux heures après l'introduction du virus.

» B. Lorsqu'on veut employer les virus atténués par ce procédé, il faut établir parmi eux un choix basé sur leur activité et la susceptibilité spécifique ou individuelle des sujets sur lesquels on désire les essayer, et fixer la dose pour un sujet d'après cette dernière considération. La dose exerce, en effet, une grande influence sur les résultats : telle dose donne une maladie légère et vaccine; une dose plus forte détermine une tumeur mortelle dans laquelle les microbes reconquièrent toute leur activité.

» Après tâtonnements, nous nous sommes arrêtés à la pratique suivante : faire deux inoculations à six ou huit jours d'intervalle, la première avec du virus atténué par la température de 100°, la seconde avec du virus atténué par + 85°. On s'exposerait à des mécomptes si l'on employait d'emblée, même sur le bœuf, le virus le moins atténué. Lorsqu'on opère sur le mouton, on prend $0^{gr},01$ de chaque virus à l'état sec; si l'on opère sur le bœuf, $0^{gr},02$ ou $0^{gr},03$, selon la taille. On associe ces doses à cent fois leur poids d'eau et on les écrase dans un mortier jusqu'à ce que l'on obtienne une pulpe apte à être injectée sous la peau, à l'aide d'une seringue à canule piquante. Jusqu'à présent, nous avons poussé ces injections sous la peau de la face latérale de l'encolure ou de la face interne de la cuisse. Les vaccinés seront éprouvés quinze jours après la seconde inoculation avec cinq ou six gouttes de sérosité extraite fraîchement d'une tumeur et délayée, pour plus de facilité, dans 1^{cc} d'eau.

» C. Présentement, nous avons employé les virus atténués sur trois séries d'animaux, savoir : un lot composé de trois moutons, un autre de trois veaux, et un troisième comprenant une génisse de dix-huit à vingt mois et une vache de quatre ans. Les inoculations ont déterminé sur les bovidés une légère tuméfaction locale, qui a disparu graduellement; sur les moutons, un gonflement plus considérable. La première inoculation a provoqué une élévation de température de 0°,2 à 0°,7; la seconde, une hyperthermie de 0°,5 à 1°; quelquefois, l'élévation la plus considérable s'est présentée après la première inoculation. Tous ces animaux furent vaccinés avec succès; car, inoculés en même temps que des sujets témoins, avec du virus naturel, ils présentèrent des accidents légers ou insignifiants, tandis

que les suites de l'inoculation furent graves et presque toujours mortelles sur les témoins.

» Nous ferons remarquer la grande résistance du microbe du charbon symptomatique à la chaleur, après une première dessiccation graduelle à la température de 32°. Nous avions observé dans les mêmes conditions une résistance analogue à l'action des antiseptiques. Il est bon de noter en même temps que les sérosités virulentes renferment surtout des bâtonnets sporulés et que le nombre de ceux-ci augmente de beaucoup pendant la durée de la première opération, de sorte que la chaleur agit sur un virus très riche en spores. Ces observations nous ont servi d'idée directrice dans les recherches qui ont abouti au procédé d'atténuation qui vient d'être exposé. »

ZOOLOGIE. — *Sur le Lieberkuehnia, Rhizopode d'eau douce multinucléé.* Note de M. E. MAUPAS, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Lorsque, au mois de juillet 1879, je présentai à l'Académie une Note sur quelques proto-organismes animaux et végétaux multinucléés, j'exprimais l'opinion qu'aux faits déjà connus de cellules multinucléées viendraient sûrement s'en ajouter nombre d'autres nouveaux. Je signalais, parmi les Algues, le groupe des Siphonées, comme devant posséder la même structure. Cette prévision, à mon insu, n'en était déjà plus une au moment où je la formulais; car, en même temps que ma Note, paraissait en Allemagne un travail de Fr. Schmitz, dans lequel cet habile observateur démontrait la multiplicité des noyaux chez plusieurs des Algues de ce groupe. Depuis lors, les travaux de Treub, de Berthold, de Johow et de Guignard ont encore accru le nombre des cas de pluralité nucléaire dans les cellules végétales.

» Aujourd'hui je demande à l'Académie la permission de lui soumettre un nouveau cas semblable observé sur un Protozoaire déjà connu, mais insuffisamment étudié. Son organisation est d'ailleurs si curieuse, que sa description devra être bien accueillie de ceux qui s'intéressent à la morphologie des organismes unicellulaires.

» Ce Protozoaire, que j'ai trouvé dans le bassin du jardin d'essai, au Hamma, près d'Alger, est la *Lieberkuehnia*, Rhizopode d'eau douce décrit pour la première fois par Claparède et Lachmann, puis revu par Cienkowski. Ce dernier auteur n'avait pas identifié les formes observées par lui avec celles de Claparède et Lachmann et les avait désignées par le nouveau

nom de *Gromia paludosa;* mais c'est une erreur déjà relevée d'ailleurs par Bütschli dans ses *Protozoa*, p. 106. Les observations de ces auteurs, bien que fort intéressantes, sont loin d'être complètes : elles sont, de plus, erronées sur quelques points essentiels.

» Le corps est de forme variable et peut être parfaitement sphérique, ovoïde, oblong et même en fuseau. Chaque individu peut revêtir toutes ces formes, et, lorsqu'on tient un même exemplaire en observation pendant plusieurs jours, on le voit passer par toutes ces variations. Ces changements se font avec une très grande lenteur. La coque est même transparente et intimement appliquée à la surface du corps. Elle obéit à tous ses changements, s'allonge, s'étire, se raccourcit et revient à la forme sphérique en même temps que lui. Elle prend part aussi à la division fissipare. Aussi je ne puis pas la considérer comme une vraie coque dans le même sens que celle des Arcelles et des Difflugées. Chez ces dernières, la coque est un produit de sécrétion chitineux de nature squelettique et de valeur morphologique tout autre. Chez Lieberkuehnia, la prétendue coque n'est en réalité qu'un tégument ou ectosarc que certains réactifs permettent d'isoler de l'endosarc, mais que j'ai vu résister moins que ce dernier aux réactifs dissolvants.

» Les pseudopodes s'épanouissent à l'extrémité d'un pédoncule inséré latéralement. Ils peuvent s'étendre à une très grande distance. J'en ai mesuré qui atteignaient jusqu'à la longueur de $2^{mm},26$, le corps de l'animal ayant un diamètre de $0^{mm},15$ à $0^{mm},16$. Le mouvement de circulation du sarcode y est un des plus rapides que j'aie encore observé. Les granules parcouraient $0^{mm},66$ à la minute, la température ambiante étant de 23° C. Les Infusoires qui viennent se heurter au milieu des mailles de leur réseau sont arrêtés et immobilisés, comme on l'a déjà observé pour beaucoup d'autres Rhizopodes.

» Lieberkuehnia peut capturer ainsi de gros Infusoires, tels que *Paramecium aurelia*. Les Infusoires pris sont absorbés de diverses façons; tantôt ils sont engloutis tout d'une pièce, tantôt, au contraire, le sarcode des pseudopodes les enveloppe de toutes parts et constitue autour d'eux une vacuole digestive, dans laquelle ils sont dissous en dehors et souvent assez loin du corps. Ils n'arrivent à celui-ci que plus tard, lorsqu'ils sont déjà assimilés à la substance des pseudopodes, dans le mouvement de circulation desquels ils se perdent. La digestion s'accomplit et s'achève entièrement en dehors du corps. Cette digestion, lorsqu'il s'agit de petits Infusoires, comme *Cyclidium glaucoma,* dure à peine cinq à six minutes; mais *Paramecium aurelia*

résiste plus d'une heure avant de se dissoudre et disparaître entraîné dans le courant des pseudopodes.

» Le sarcode de la masse du corps est en mouvement perpétuel. Ce mouvement ne s'exécute pas régulièrement dans un même sens comme la cyclose de *Paramecium aurelia*. Il est aussi rapide que chez cet Infusoire, mais se décompose en courants de directions variées et changeantes. Ce sarcode est creusé de nombreuses vacuoles de volume et grandeur divers. Ces vacuoles sont entraînées par les courants, dans lesquels on les voit souvent changer de forme et quelquefois se fusionner entre elles. Elles finissent toujours par arriver à la périphérie du corps, où elles se contractent d'une façon identique à celle des vacuoles dites contractiles. Lieberkuehnia n'est donc pas, comme on l'a dit, dépourvue de ces organes d'excrétion. Elle en est peut-être au contraire plus richement dotée que beaucoup d'autres Protozoaires. Il y a simplement cette différence, que les vacuoles contractiles ne sont ni permanentes ni localisées en aucune région du corps, dont toutes les parties peuvent servir de siège à leur formation.

» Lieberkuehnia, contrairement encore à ce qu'on a prétendu, possède aussi un très grand nombre de nucléus, disséminés dans la substance du corps. Ces nucléus sont sphériques et mesurent $0^{mm},004$. J'ai déjà fait connaître un autre Rhizopode ([1]), réunissant également dans sa structure l'instabilité des vacuoles contractiles et la grande multiplicité des noyaux. L'avenir multipliera bien sûrement les exemples de ce type d'organisation, et tout me fait croire que le *Biomyxa vagans* de Leidy ([2]), mieux étudié, laissera voir la même structure. Le savant américain a bien reconnu les nombreuses vacuoles éphémères, mais les nucléus lui ont échappé. Ces types sont encore caractérisés par la grande mobilité de leur sarcode, par la variabilité incessante de leurs contours généraux et par le riche développement de leurs pseudopodes.

» Lieberkuehnia se multiplie par division transversale. Cienkowski a très bien décrit le phénomène. J'ajouterai à ses observations que j'ai vu des individus se diviser non plus en deux, mais en trois. Le corps s'allongeait en un long fuseau qui, après formation de deux nouveaux pédoncules à pseudopodes, s'étranglait en deux points, le divisant en trois segments assez égaux.

» Un individu, résultant d'une de ces divisions en trois, développa, aussitôt qu'il fut isolé, un second pédoncule à pseudopodes, situé au pôle

---

([1]) Voir *Comptes rendus*, t. LXXXIX (1879), p. 252.

([2]) *Fresh-water Rhizopods of North-America*, p. 282.

opposé de celui qu'il possédait déjà. Il continua ainsi à vivre avec deux foyers d'émission de pseudopodes richement épanouis. Je l'ai observé plus d'un jour avec cette disposition, sans qu'il se produisît d'autres modifications que les lents changements de forme du corps dont j'ai parlé plus haut. Il n'y avait donc là aucune préparation à une nouvelle division fissipare. Cette Lieberkuehnia, ainsi constituée, avec ses deux foyers d'émission de pseudopodes, situés aux deux pôles opposés, répondait au type morphologique qui a servi à créer la famille des Amphistomina. On peut donc la considérer comme une de ces formes intermédiaires reliant des familles séparées. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Sur la flore fossile des charbons du Tong-King.* Note de M. **R. Zeiller**, présentée par M. Daubrée.

« M. Fuchs ayant bien voulu me confier l'examen des empreintes végétales qu'il a recueillies avec M. Saladin, dans les gîtes de combustible du Tong-King [1], j'ai l'honneur de présenter à l'Académie les résultats auxquels m'a conduit l'étude de cette flore, au point de vue de la détermination de l'âge des couches de charbon dont elle provient

» Les schistes du bassin anthracifère de Nong-Sön, dans l'Annam, ne contenaient que des traces informes de débris végétaux; mais les plantes du Tong-King étaient, pour la plupart, en parfait état de conservation et ont pu être nommées avec une certitude complète. Le plus grand nombre provient des mines de Ké-Bao et de celles de Hon-Gâc; trois espèces seulement ont été recueillies dans les grès de Lang-Sân, vers la pointe nord-ouest du bassin, en un point où n'affleure aucune couche de combustible; ce sont : l'*Asplanites Rœsserti*, le *Tæniopteris M'Clellandi* et une Fougère non décrite encore, voisine des *Dictyophyllum* (*Polypodites Fuchsi*).

» La flore des bassins de Ké-Bao et de Hon-Gâc, considérés ensemble, est composée de seize espèces différentes, qui sont presque toutes communes à ces deux bassins, de telle sorte que, si les couches n'en sont pas contemporaines, il est du moins impossible, quant à présent, d'en déterminer par la flore l'ordre de superposition. Ces seize espèces peuvent être divisées en deux groupes : l'un de formes connues depuis longtemps en Europe, l'autre renfermant des types spécifiques qui paraissent propres à l'Inde, à l'Australie ou à l'Afrique australe.

» Le premier groupe comprend quatre espèces de Fougères : *Asplenides*

---

[1] *Comptes rendus*, séance du 10 juillet 1882.

Rœsserti, Dictyophyllum acutilobum, D. Nilssoni, Clathropteris platyphylla, et cinq espèces de Cycadées : *Pterophyllum æquale, Pterozamites Münsteri, Anomozamites inconstans, Nilssonia polymorpha, Podozamites distans.* Toutes ces espèces sont connues en Europe dans les couches rhétiques ou infraliasiques, soit de la Franconie, soit de la Scanie, soit de la Hongrie. La plupart ont été signalées également en Scanie, à Hœr, Hœganaes ou Palsjo, par M. Nathorst, et en Franconie, autour de Bayreuth ou de Bamberg, par MM. F. Braun et Schenk; elles ne sont connues ni au-dessus ni au-dessous de ce niveau.

» Le second groupe comprend une Équisétacée : *Phyllotheca indica;* quatre Fougères : *Tæniopteris spatulata, T. spatulata*, var., *multinervis, Glossopteris Browniana, Palæovittaria Kurzi;* une Cycadée : *Næggerathiopsis Hislopi*, et un Conifère : *Taxites planus*. Toutes ces espèces ont été rencontrées dans l'Inde, dans la grande formation géologique désignée sous le nom de *Gondwana system*, mais à des niveaux différents. Ce système se divise, en effet, en deux groupes principaux, reposant l'un sur l'autre en stratification discordante; l'étage inférieur du plus élevé d'entre eux, l'étage de Rajmahal, est considéré, d'après sa position stratigraphique, au-dessous des couches reconnues positivement comme oolithiques, et d'après sa flore, comme représentant le lias. Le groupe le plus bas, celui des Gondwanas inférieurs, qui renferme d'importants dépôts de charbon, est assimilé au trias par M. O. Feistmantel ([1]), en raison de l'affinité ou de l'identité de plusieurs espèces végétales avec celles des grès bigarrés des Vosges; les quelques fossiles animaux trouvés dans ces couches confirment ce rapprochement, et la comparaison avec les couches de charbon de l'Australie et de l'Afrique australe, tant au point de vue stratigraphique ([2]) qu'au point de vue paléontologique ([3]), a conduit au même résultat.

» Or, parmi les espèces qui viennent d'être citées, quatre appartiennent à la flore des Gondwanas inférieurs, savoir : *Phyllotheca indica, Glossopteris Browniana, Palævittaria Kurzi*, et *Næggerathiopsis Hislopi;* les autres, *Tæniopteris spatulata, T. spatulata multinervis*, et *Taxites planus*, ont été trouvées dans l'étage de Rajmahal.

» Les couches de charbon du Tong-King, comparées avec ces formations

---

([1]) O. Feistmantel, *Palæontologia indica, fossil Flora of the Gondwana system*, t. III. — *Fl. of the Lower Gondwanas.*

([2]) *Records of the geological Survey of India*, t. XIII, p. 250; 1880.

([3]) O. Feistmantel, *Paläontologische Beiträge*, t. III. — *Paläozoische und mesozoische Flora des östlichen Australiens*, p. 190, 191.

de l'Inde, paraissent donc, par leur flore, intermédiaires entre les Gondwanas inférieurs et les Gondwanas supérieurs, c'est-à-dire entre le trias et le lias, résultat conforme à celui que donnait l'identité des espèces du premier groupe avec celles de la flore rhétique ou infraliasique de l'Europe.

» Un fait qui paraît mériter de fixer l'attention, c'est précisément le grand nombre de formes spécifiquement identiques avec celles de l'Europe, malgré la distance qui sépare les deux pays. Ces formes sont d'ailleurs, comme je l'ai fait remarquer, accompagnées de types inconnus jusqu'à présent dans nos régions, notamment les *Glossopteris*, signalés pour la première fois en Australie, où ils ont apparu, ainsi que le genre *Phyllotheca*, dès l'époque carbonifère, au milieu d'une flore aussi différente de la flore houillère de l'Europe que le sont les flores actuelles de ces deux continents. Il semble qu'il y ait eu alors deux grandes régions botaniques bien distinctes et que le sud de l'Asie marque à peu près leur trait d'union, à en juger par le mélange d'espèces propres à chacune d'elles, déjà signalé dans la flore triasique de l'Inde et accusé plus nettement encore par la flore des charbons du Tong-King. »

MATIÈRE MÉDICALE ET THÉRAPEUTIQUE. — *Nouvelles recherches, au point de vue physiologique et thérapeutique, sur les globulaires.* Note de MM. **Ed. Heckel**, **J. Mourson** et **Fr. Schlagdenhauffen**, présentée par M. Chatin.

« *Action physiologique et thérapeutique.* — L'emploi thérapeutique des globulaires étant resté jusqu'ici à peu près empirique, nous avons dû étudier sur les animaux et sur l'homme, d'une manière particulière, l'action des deux principales substances (*globularine* et *globularétine*), qui entrent dans la composition de ces plantes, justement appréciées dans la médecine populaire comme antipériodiques et purgatives.

Globularine ($C^{15}H^{20}O^{8}$).

» Placée à l'état solide sur l'épiderme ou introduite sous la peau d'une grenouille verte de taille moyenne, aux doses de $0^{gr},10$ à $0^{gr},25$, elle agit profondément sur le cœur. Ainsi, expérimentant sur deux grenouilles dont cet organe avait été mis à découvert, la deuxième devant servir de témoin, nous avons constaté qu'au premier instant les battements sont tumultueux et irréguliers. Une heure après ralentissement, de soixante huit environ à la minute, dans le témoin, ils descendent à cinquante-six et à cinquante-deux. L'action du glycoside se concentre sur le ventricule, qui semble battre à vide : il est tourmenté et aplati, tandis que les oreillettes sont agitées de mouvements précipités. Il y a en même temps soubresauts des membres supérieurs, accompagnant une respiration fréquente, haletante. Si l'intoxication s'arrête, faute d'une dose suffisante, le cœur revient à ses allures normales trois

heures environ après le début de l'expérience. En ajoutant une nouvelle dose, la respiration devient moins fréquente, le cœur bat plus faiblement; il revêt une forme globuleuse, se réduit de moitié, enfin il prend une position perpendiculaire à la paroi du ventre et a de la peine à se vider. Le mouvement des oreillettes est précipité, celui du ventricule ralenti; la révolution cardiaque n'est plus que de trente à quarante pulsations. La grenouille est devenue pendant ce temps à peu près insensible, elle ne se meut qu'après de fortes excitations; la peau se couvre de matières glaireuses; les sacs pulmonaires se sont fortement distendus; puis le cœur semble reprendre son rythme normal, l'animal paraît revenir à la vie; il respire plus fréquemment et se met sur ses pattes. Mais le retour ne dure pas et l'animal meurt environ deux heures et demie après le début de l'intoxication, dans la résolution la plus complète.

» A l'autopsie, faite immédiatement après la mort, on constate quelques contractions dans l'oreillette gauche, qui contient une certaine quantité de sang : le ventricule exsangue est ramassé sur lui-même. Les deux sacs pulmonaires sont pleins d'air et très congestionnés; hyperhémie du foie avec quelques foyers apoplectiques. Une suffusion abondante existe sur tout le péritoine sous-cutané dans une grenouille dont les sacs pulmonaires étaient normaux. Foyers apoplectiques abondants dans tous les muscles et sous la peau, surtout dans la cuisse où avait été déposée la substance toxique. Cette cuisse était œdématiée; la peau présentait une injection sanguine considérable, avec piqueté hémorrhagique fréquent. Gaine du nerf crural fortement hémorrhagique : caillots larges de 1 à 2^{mm}, rouges.

» L'examen de ces caillots au microscope montre une destruction complète des globules rouges avec suffusion de matière colorante rouge. Ces lésions hémorrhagiques sembleraient donner la raison des symptômes d'anhélation et la diminution des matières extractives dans les urines, observées chez l'homme. Ces phénomènes résulteraient d'une sorte d'arrêt dans l'oxydation des globules du sang.

» Chez l'homme, à l'état physiologique, la globularine, à la dose progressivement croissante de $0^{gr},15$ à $0^{gr},56$ en six jours, agit sur le cœur et sur la tension artérielle, comme le fait la caféine, en diminuant la température de $0^{o},3$ à $0^{o},5$, le pouls de six à huit pulsations, enfin en élevant la tension artérielle aux doses faibles et en l'abaissant aux doses élevées. Il se produit un certain bien-être et une aptitude particulière au travail cérébral, faits qui viennent compléter l'analogie d'action entre la globularine et le principe actif du café. Enfin, l'appétit augmente et des contractions intestinales facilitent les garde-robes. Elle agit donc comme médicament d'épargne, en arrêtant le mouvement de dénutrition pendant les jours d'ingestion et durant les quatre à cinq jours qui suivent son administration. A la dose de $0^{gr},65$, la respiration devient fréquente et profonde; l'anhélation est bien évidente. Le cœur bat profondément et l'angoisse cardiaque est bien accusée; lassitude générale, vertiges, céphalalgie, frisson et froid généraux, douleurs dans les membres; le pouls tombe à soixante-dix et soixante pulsations; la température est à $36^{o},2$. Douze heures après, sentiment de fatigue, mais disparition des accidents, à l'exception des douleurs cardiaques, qui persistent, quoique moins vives. Le lendemain, pouls à cinquante-deux avec intermittences le soir du deuxième jour; il n'existe plus aucun symptôme toxique : bien-être particulier, mais inappétence.

» D'après ces observations, il n'est pas douteux que la réputation de toxicité qui avait fait donner à la globulaire turbith, par les anciens, le nom

de *Frutex terribilis*, doit être entièrement attribuée à l'action de cette globularine.

Résine de globulaire (Globularétine = C^9H^6O).

» C'est le principe purgatif de la plante, mais son action est moindre que la décoction des feuilles de globulaire qui l'ont fournie, ce qui tient sans doute à son association, dans ce dernier cas, à la *mannite*, qui agit synergiquement avec elle. Son action sur l'économie est double : l'une se porte très activement sur le rein (elle est en partie propre à toutes les résines), l'autre sur l'intestin. Dissoute à la faveur des alcalis avant son ingestion, l'action purgative se fait sentir plus rapidement. Les selles sont bilieuses et sans albumine, mais toujours tardives; rapprochement avec les effets de l'*acide chrysophanique* et de l'*aloïne*.

» Les doses peuvent varier de $0^{gr},125$ à 1^{gr}, suivant les tempéraments : l'action purgative s'accompagne toujours de coliques et de légers borborygmes. Aux doses un peu élevées, il y a quelquefois des douleurs épigastriques et infra-intestinales avec symptômes de congestion du rectum, mais l'action purgative est alors un peu avancée. L'action sur les reins se traduit par une congestion qui s'accompagne d'une diurèse abondante et surtout d'une *excrétion plus élevée des matériaux solides, qui peut aller au tiers en plus des quantités normales*. L'élimination de l'urine se fait, aux fortes doses, avec des douleurs sourdes et très pénibles du côté du rein.

» La globularétine s'obtient très difficilement pure; malgré les plus grands soins mis à sa préparation, elle est toujours accompagnée d'un principe volatil mal déterminé encore, qui jouit d'une action diurétique et diffusée de réaction. En somme, aux doses convenables, elle est un spoliateur énergique.

» L'action de la *mannite* et de l'*acide cinnamique*, dont nous avons découvert l'existence dans la globulaire, est bien connue; la première vient s'ajouter à celle de la globularétine, la seconde à celle de la globularine, pour les renforcer en tant que purgatif et antipériodique. »

La séance est levée à 5 heures. J. B.

ERRATA.

(Séance du 17 juillet 1882.)

Page 146, ligne 3 en remontant, *au lieu de* 5 pour 100, *lisez* 50 pour 100.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 31 JUILLET 1882.

PRÉSIDENCE DE M. JAMIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE CHIMIQUE. — *Sur la période d'état variable qui précède le régime de détonation et sur les conditions d'établissement de l'onde explosive;* par MM. **Berthelot** et **Vieille**.

« 1. Nous nous proposons d'étudier les conditions d'établissement de l'onde explosive et la période d'état variable qui précède cet établissement, période analogue à celle qui précède l'établissement de l'onde sonore. Cette étude rend compte des nombres inégaux, et variables parfois dans le rapport de 1 à 2000, observés par les divers savants qui ont étudié la vitesse de propagation de l'inflammation.

» 2. Le procédé suivant nous a permis de mesurer avec précision des temps très courts, tels que $\frac{3}{10000}$ de seconde. On enregistre sur un cylindre tournant (15^m par seconde) : 1° l'étincelle qui détermine l'inflammation initiale à l'entrée du tube; 2° le déplacement d'un piston très léger, placé à l'autre extrémité du tube, dans lequel il se meut librement : on inscrit le temps écoulé entre ces deux phénomènes et la loi complète du

déplacement du piston. On évite ainsi les retards qui peuvent résulter, soit de l'emploi d'un manomètre métallique, soit de la propagation des phénomènes jusqu'à une capacité auxiliaire. Les chiffres sont chacun la moyenne de deux à cinq expériences, faites sur le gaz tonnant (H + O), dans un tube de caoutchouc de 5^{mm} de diamètre.

» Étudions d'abord les vitesses, puis les pressions correspondantes, enfin les limites de détonation.

» 3. *Vitesses* (par seconde) :

Distance du point d'inflammation au piston.	Durées observées.	Vitesses moyennes depuis l'origine.	Vitesses moyennes dans chaque intervalle.
m	s	m	
0,020	0,000275	72,72	72,7
0,050	0,000342	146,2	448,0
0,500	0,000541	924,4	2261
5,250	0,002108	2491,0	3031
20,190	0,007620	2649,0	2710
40,430	0,015100	2679,0	2706

» On voit par là que la vitesse croît rapidement depuis l'origine jusqu'au cinquième centimètre, à partir duquel les nombres obtenus peuvent être regardés comme à peu près constants, dans la limite des erreurs d'expérience (lesquelles ont une valeur relative très notable au début, pour de si petits intervalles de temps).

» L'établissement d'un régime régulier ne se fait bien que si les étincelles qui enflamment le mélange sont assez puissantes. Avec des étincelles très faibles, la période d'état variable peut se prolonger beaucoup plus : sur un parcours de 10^m, nous avons ainsi obtenu des vitesses moyennes de 2126^m et même de 661^m.

» Des phénomènes analogues s'observent avec les autres mélanges explosifs. Le gaz tonnant mêlé d'azote, par exemple, H + O + 2Az, a donné une vitesse de $41^m,9$ par seconde, dans les deux premiers centimètres; de 1068^m dans les $5^m,25$ consécutifs, et de 1163^m dans les 10^m consécutifs.

» L'influence de l'inflammation initiale est ici plus marquée encore, la vitesse étant tombée par accident à 445^m et 435^m, sans changement apparent dans la puissance de l'étincelle initiale : la nature du son produit indiquait d'ailleurs, dans ce cas, un mode de combustion différent.

» Ces écarts ne s'observent pas, en général [1], avec le procédé d'enregistrement fondé sur l'emploi des interrupteurs à fulminate : ce qui tend à prouver que le fulminate, par les pressions subites qu'il développe, aide la colonne gazeuse à prendre de suite le régime de détonation, régime qu'elle atteint plus tard et moins régulièrement par l'inflammation ordinaire.

» 4. *Pressions.* — Elles se déduisent du tracé du piston. Pour le gaz tonnant, H + O, le piston, placé à $0^m,02$ du point d'inflammation, est chassé au départ par une pression de 500^{gr} à 600^{gr} par centimètre carré ; mais cette pression s'abaisse très vite, jusqu'à devenir nulle et même négative (à cause de la condensation de la vapeur d'eau) au bout de $\frac{1}{2000}$ de seconde.

» A $0^m,50$ de l'origine, on a trouvé une pression de $1^{kg},2$. A $5^m,250$ du point d'inflammation, le premier déplacement du piston se fait sous une pression de 5^{kg} environ par centimètre carré, et cette pression, au bout de $\frac{1}{1600}$ de seconde, est encore supérieure à 3^{kg}.

» Or, à ce moment, l'inflammation a progressé de $2^m,70$, dans un tube semblable, d'après les vitesses signalées plus haut.

» On voit donc que, dans cette région du tube, une colonne gazeuse considérable, formée de vapeur d'eau, subsiste à une pression élevée; tandis qu'à l'origine la pression produite dans une tranche par la combustion du mélange est presque instantanément annulée par la condensation des tranches antérieures.

» L'accroissement de la pression répond d'ailleurs à l'accroissement de la vitesse : le maximum de pression enregistré, lors du régime de détonation, s'élevait vers $6^{kg},4$.

» Dans les cas anormaux où la vitesse de propagation s'abaisse au-dessous de 2000^m, la pression tombe en même temps; ce qui montre bien la corrélation des deux ordres de phénomènes.

» 5. *Limites de détonation.* — Nous voulons parler des limites de composition, au-dessous desquelles l'onde explosive cesse de se propager. Ces limites sont fort différentes des limites de combustibilité et beaucoup plus élevées ; elles varient suivant le mode d'inflammation et la nature de l'impulsion initiale. Dans les conditions générales de nos expériences, c'est-à-dire avec un long tube de caoutchouc, d'un diamètre de $0^m,05$,

---

(1) Notons cependant ici une expérience dans laquelle le mélange H + O + Az a donné, par exception, une vitesse de $1564^m,5$, au lieu du chiffre normal 2121^m; probablement à cause de la faiblesse exceptionnelle de l'amorce.

l'inflammation initiale étant produite par de fortes étincelles et la vitesse de la propagation constatée à l'aide d'interrupteurs à fulminate de mercure, nous avons trouvé :

Hydrogène........	0,233 H + 0,767 air.	Propagation de l'onde, vitesse de 1205^{m}.
	0,217 H + 0,783 air.	Pas de propagation.
Oxyde de carbone...	$C^2O^2 + O^2$.	Propagation de l'onde, vitesse de 1089^{m}.
	$2C^2O^2 + Az^2 + O^2$.	Le premier interrupteur brûle seul, pas de propagation.
	$2C^2O^2 + Az^2 + O^4$.	De même.
	$C^2O^2 + Az^2 + O^2$.	Les essais ont été presque tous négatifs.
Formène..........	$C^2H^4 + 4Az^2 + O^8$.	Propagation de l'onde, vitesse de 1151^{m}.
	$C^2O^4 + 7,5Az^2 + O^8$.	Pas de propagation.
Cyanogène	$C^4Az^2 + 2Az^2 + O^8$.	Propagation de l'onde, vitesse de 1203^{m}.
	$C^4Az^2 + 4Az^2 + O^8$.	Pas de propagation.
Comburants autres que l'oxygène....	$C^4Az^2 + 4AzO^2$.	Pas de propagation.
	$C^4Az^2 + 4Az^2O^2$.	Tantôt il y a propagation (2035); tantôt elle n'a pas lieu.

» Ces limites seraient probablement reculées, si l'on opérait sous pression, ou si l'on provoquait la détonation à l'aide d'une forte dose de fulminate; de même que la limite de combustibilité change avec l'énergie de l'étincelle électrique (*Essai de Mécanique chimique,* t. II, p. 342, 347 et 73). Il est possible qu'une circonstance analogue ait concouru à donner à certaines explosions de grisou une vitesse de propagation et une violence exceptionnelles.

» Lorsque l'onde ne se propage pas, la combustion peut encore avoir lieu, comme le prouve la destruction du premier interrupteur; mais elle ne va pas jusqu'au bout du tube. Parfois même la flamme rétrograde, avec le mélange oxyhydrique (*Comptes rendus,* t. XCIV, p, 105); phénomène qui se produit surtout dans des tubes très étroits. Ceci montre bien que la limite de détonation est distincte de la limite de combustion.

» Ainsi, d'après les chiffres ci-dessus, la limite de détonation pour l'oxyde de carbone existerait au delà des mélanges renfermant moins de 40 centièmes et même moins de 60 centièmes d'oxyde de carbone; tandis que la limite de combustion ordinaire est située vers 20 centièmes.

» La limite de détonation des mélanges oxyhydriques est située vers 22 centièmes d'hydrogène; tandis que la limite de combustion ordinaire pour les mélanges d'hydrogène et d'oxygène se produit vers 6 centièmes d'hydrogène.

» Lorsqu'on approche de cette limite, la vitesse de l'onde tombe notablement au-dessous de la vitesse théorique (*voir* plus haut).

» Enfin les mélanges de cyanogène et de bioxyde d'azote, tels que $C^4Az^2 + 4AzO^2$, donnent lieu à des remarques intéressantes. Ce mélange, contenu dans un eudiomètre, détone violemment par une forte étincelle. Enflammé avec une allumette, il brûle progressivement. Au contraire, nous n'avons pas réussi à y propager dans nos tubes l'onde explosive. On retrouve ici cette même résistance à la combustion, caractéristique des mélanges formés par le bioxyde d'azote, résistance qui disparaît seulement pour les mélanges susceptibles de développer une température excessive (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXVII, p. 208 et 212).

» En somme, et dans les conditions définies plus haut, nous n'avons réussi à observer aucune vitesse de propagation de l'onde inférieure à 1000^m par seconde.

» De plus, la propagation de l'onde a cessé, toutes les fois que la tempé rature théorique, T, des mélanges formés par l'oxygène libre est tombée au-dessous de $2000°$ (hydrogène ou cyanogène associé à l'azote) ou de $1700°$ (oxyde de carbone ou formène associé à l'azote); chiffres qui répondent à une limite inférieure de la force vive des molécules.

» Enfin la propagation de l'onde a cessé, toutes les fois que le volume des produits de la combustion s'est trouvé moindre que le quart (hydrogène et azote), ou même le tiers (formène ou cyanogène associé à l'azote) du volume total du mélange final.

» 6. D'après l'ensemble de ces observations, la propagation de l'onde explosive est un phénomène tout à fait distinct de la combustion ordinaire. Elle a lieu seulement lorsque la tranche enflammée exerce la pression la plus grande possible sur la tranche voisine; c'est-à-dire lorsque les molécules gazeuses enflammées possèdent la vitesse et, par conséquent, la force vive de translation maximum : ce qui n'est autre chose que la traduction mécanique de ce fait qu'elles conservent la presque totalité de la chaleur développée par la réaction chimique. C'est ce que prouve la concordance approchée des calculs fondés sur l'évaluation théorique de la force vive de translation avec les nombres expérimentaux trouvés pour la vitesse de l'onde explosive. C'est ce que montre également l'accroissement corrélatif des pressions et des vitesses, au voisinage du point enflammé.

» 7. La première concordance montre, en outre, que la dissociation joue peu de rôle dans ces phénomènes : peut-être parce qu'elle est res-

treinte par la haute pression développée sur le trajet de l'onde et par sa courte durée; s'il en était autrement, la force vive et, par conséquent, la vitesse tomberaient bien au-dessous du chiffre calculé. L'influence de la dissociation semble également écartée par ce fait d'observation que la vitesse de l'onde est indépendante de la pression initiale (à moins d'admettre que la dissociation est indépendante de la pression).

» 8. Observons enfin que c'est le mouvement ondulatoire qui se propage, et non la masse gazeuse qui se transporte avec de si grandes vitesses. En effet, la vitesse de l'onde est la même, comme nous l'avons établi, dans un tube ouvert aux deux bouts, fermé à un bout et ouvert à l'autre, ou même fermé aux deux bouts. Ceci résulte encore des expériences sur le mélange oxyhydrique, dans lesquelles nous avons trouvé la même vitesse soit pour la propagation de la flamme (attestée par la destruction des interrupteurs solides à fulminate), soit pour la propagation de la pression (d'après le piston). Les tracés montrent également que la pression atteint de suite son maximum, au contact de la tranche enflammée avec la tranche placée immédiatement devant elle.

» 9. Plusieurs conditions concourent à ces effets.

» Il faut d'abord que la masse enflammée au début ne soit pas trop petite, afin que le rayonnement et la conductibilité n'enlèvent pas à cette masse dans un temps donné une dose de chaleur, c'est-à-dire de force vive, supérieure à celle qui est indispensable pour la propagation de l'onde. En effet, si le rayon de la sphère enflammée est égal à l'épaisseur de la couche rayonnante, la déperdition de la chaleur est proportionnellement plus grande que si la couche rayonnante occupe seulement une fraction du rayon.

» Il y a plus : lorsque le nombre des molécules qui entourent le premier point enflammé est trop petit, elles peuvent ne pas contenir le comburant et le combustible dans le rapport exact qui répond à la composition moyenne du mélange : ce qui abaisse la température de cette région et, par suite, la force vive des molécules.

» Une autre circonstance non moins capitale, c'est que la vitesse élémentaire des réactions chimiques, à la température de la combustion, soit assez grande pour que la chaleur dégagée dans un temps donné maintienne le système au degré convenable : condition d'autant plus importante que la vitesse élémentaire des réactions croît rapidement avec la température. On peut même concevoir que l'onde explosive se propage seulement si sa vitesse théorique (vitesse de translation des molécules) est

inférieure ou tout au plus égale à la vitesse élémentaire de la réaction.

» 10. Ainsi il existe un état limite qui répond à la propagation de l'onde explosive : c'est le *régime de détonation*. Mais il est facile de concevoir une limite toute différente, pour laquelle tende à se réduire à zéro l'excès de pression de la tranche enflammée sur la tranche voisine, et par suite l'excès de la vitesse de translation des molécules, c'est-à-dire l'excès de leur force vive, ou, ce qui est la même chose, l'excès de la chaleur qu'elles renferment. Dans un tel système, la chaleur sera perdue presque en totalité par rayonnement, conductibilité, contact des corps environnants et des gaz inertes, etc., à l'exception de la très petite quantité indispensable pour porter les parties voisines à la température de combustion : c'est là le *régime de combustion ordinaire*, régime auquel se rapportent les mesures de Bunsen, de M. Schlœsing et de MM. Mallard et Lechâtelier. On conçoit d'ailleurs l'existence de vitesses intermédiaires entre ces deux limites; mais elles ne constituent aucun régime régulier. Seulement le régime de combustion, s'il se développe dans des conditions de pression croissante, finit par passer au régime de détonation.

» Ces deux régimes, et les conditions générales qui définissent l'établissement de chacun d'eux et la transition de l'un à l'autre, ne s'appliquent pas seulement aux mélanges gazeux explosifs, mais aussi aux systèmes explosifs solides et liquides, attendu que ces derniers se transforment en tout ou en partie en gaz, au moment de la détonation. »

M. **Th. du Moncel**, en présentant à l'Académie la seconde édition de son Ouvrage sur la « Détermination des éléments de construction des électro-aimants », rend compte de cet Ouvrage de la manière suivante :

« Les applications de l'électricité se sont tellement multipliées dans ces derniers temps qu'il est devenu indispensable, pour les constructeurs aussi bien que pour les chercheurs, d'avoir un Ouvrage spécial qui puisse les guider dans la construction des électro-aimants, organes qui sont la base de toutes ces applications. Le plus souvent jusqu'ici cette construction est faite au hasard et d'après le caprice des constructeurs, et pourtant les lois des électro-aimants sont suffisamment nettes pour préciser leurs conditions de bonne construction jusque dans leurs moindres détails. C'est ce travail que j'ai entrepris déjà depuis longtemps, mais qui s'est trouvé successivement complété à mesure que les expériences se sont multipliées, et aujourd'hui mon Volume renferme tous les éléments de calcul nécessaires. J'y ai

adjoint des Tables pour les valeurs des constantes, ainsi que les formules se rapportant au groupement rationnel des éléments de pile qui doivent animer les organes électromagnétiques. L'Ouvrage est divisé en dix Chapitres, et le tout est condensé de manière à rendre faciles les recherches et l'usage des formules. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une brochure de M. *G. Darboux*, portant pour titre : « Le problème de Pfaff ». (Extrait du *Bulletin des Sciences mathématiques et astronomiques*, 2[e] série, t. VI, 1880.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un nouveau Volume de la « Faune des Vertébrés de la Suisse », par M. *V. Fatio*; vol. IV : « Histoire naturelle des Poissons » ; 1[re] Partie : « Anarthroptérygiens, Physostomes, Cyprinidés ».

En présentant ce Volume à l'Académie, M. **Milne Edwards** fait remarquer que c'est la suite de l'important travail dont le naturaliste genevois s'occupe depuis plusieurs années. Ce Volume est consacré à l'étude des Poissons de cette partie de l'Europe : les recherches de M. Fatio, sur la valeur des caractères employés pour la distinction des espèces ou des races locales, jettent de nouvelles lumières sur plus d'une question fort controversée.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale le numéro de mai 1881 du *Bullettino*, publié par le prince *Boncompagni*.

Indépendamment des annonces et analyses des travaux récents, concernant les Sciences mathématiques et physiques, ce numéro contient un article de M. G. Narducci, relatif à la publication, faite, à Milan, par MM. L. Cremona et E. Beltrami, des Œuvres inédites de *Domenico Chelini*, sous le titre : « In memoriam Dominici Chelini collectanea mathematica, nunc primum edita ».

ASTRONOMIE. — *Note additionnelle sur la solution rapide du problème de Kepler*. Note de M. **Ch.-V. Zenger**.

« Pour effectuer la dernière correction sans faire usage de la règle de fausse position, on peut avoir recours à la différentiation de l'équation

$$E - F = e \sin E,$$

ce qui nous donne

$$(I) \qquad dE = \frac{dF}{1 - e \cos E}.$$

Mais on peut trouver dF, et de là déterminer dE, et l'on a une valeur approchée de

$$(II) \qquad E' = E + dE = E + \frac{dF}{1 - e \cos E}.$$

» On voit aisément que la rapidité de cette formule dépasse celle de toute autre solution indirecte ou par développement en série proposé par Le Verrier (Serret) et Glaisher (*Monthly Notices*, 1877), et qu'on évite l'application de la règle de fausse position, comme l'a faite Mädler. Quand on se sert de cette formule différentielle, il suffit de faire un seul calcul pour avoir la seconde.

» On trouve

$$\begin{aligned} \log \sin 60^\circ 45',6 &= 9,94079 \\ \log e\omega &= 4,28392 \\ \hline \log F' &= 4,22471 = \log 16\,775'',6 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F' &= 4^\circ.39'.35'',6 \\ E &= 60.45.36,0 \\ \hline F_0 &= 56.\ \ 6.\ \ 0,4 \\ F &= 56.\ \ 9.\ \ 7,4 \\ \hline \Delta F_1 &= 0.\ \ 3.\ \ 7,0 \end{aligned}$$

» On voit que l'approximation est de

$$\Delta F : \Delta F' = 46,645 : 3',12 = 15 : 1,$$

15 fois plus grande que dans le calcul fait par Mädler.

» On corrige le reste par la formule différentielle

$$E_1 = E + dE = 60^\circ 45',6 + \frac{dF}{1 - e\cos E},$$

$$dE = \frac{187'}{1 - 0.09322\cos(60^\circ 45' 6)} = 195'',92 = 3'15'',92,$$

$$E_1 = 60^\circ 48' 53'',92.$$

Avec cette valeur très approchée, on trouve, pour la deuxième approximation,

$$E_2 = 60^\circ 48' 53'',72.$$

Mädler a dû faire trois approximations successives, et faire usage de la règle de fausse position pour trouver

$$E = 60^\circ 48' 53'',78,$$

avec une erreur en F :

$$\Delta F = 0'',04 \text{ ».}$$

ASTRONOMIE. — *Tables auxiliaires pour calculer l'anomalie vraie des planètes.* Note de M. Ch.-V. Zenger.

« J'ai montré comment on peut, par une transformation du problème de Kepler, calculer rapidement l'anomalie vraie des planètes par l'équation

$$E - F = e\sin E = \sin(E - F) + \tfrac{1}{6}\sin^3(E - F) + \tfrac{4}{30}\sin^5(E - F)$$

ou

$$\frac{\sin(E - F)}{\sin E} = \frac{e}{1 + \frac{1}{6}\sin^2(E - F) + \frac{4}{30}\sin^4(E - F) + \frac{13}{336}\sin^6(E - F)}.$$

» L'excentricité des orbites planétaires ne surpassant pas $e = 0,4$, on peut se borner aux deux premiers membres de la série

$$\theta = 1 + \tfrac{1}{6}\sin^2(E - F) + \tfrac{4}{30}\sin^4(E - F),$$

et l'on peut remplacer, pour le premier rapprochement, (E — F) par $(e\,\omega)$, de manière qu'on obtient

(1) $$\theta = 1 + \tfrac{1}{6}\sin^2(e\omega) + \tfrac{4}{30}\sin^4(e\omega).$$

C'est cette valeur qu'on peut calculer d'avance pour chaque planète principale et mettre en Table, laquelle contient l'excentricité (e), la valeur angulaire $(e\omega)$, le logarithme de θ_0 et de $\frac{e}{\theta_0}$, qui donnent aux calculateurs

directement la valeur très approchée de l'anomalie vraie (de 1^m à 2^m à peu près) :

I. — *Table de* $\log(\theta_0)$ *et* $\log\left(\frac{e}{\theta_0}\right)$.

	(e).	$\log(e)$.	($e\omega$).	θ_0.	$\log\theta_0$.	$\log\left(\frac{e}{\theta_0}\right)$.
☿	0,2056048	9,3130335	11°.46′.55″,89	1,082021	0,0342357	9,2787978
♀	0,0068433	7,8352656	0.23.31,53	1,000008	0,0000037	7,8352619
♁	0,0167701	8,2245357	0.57.39,08	1,000047	0,0002041	8,2243316
♂	0,0932611	8,9697007	6.43.41,21	1,002288	0,0009882	8,9687025
♃	0,0482388	8,6833966	2.45.49,97	1,000388	0,0001685	8,6832281
♄	0,0559956	8,7481538	2.55.49,92	1,000436	0,0001893	8,7479645
♅	0,0465775	8,6681762	2.40. 7,30	1,000361	0,0001568	8,6680194
♆	0,0087195	7,9404916	0.29.48,53	1,000013	0,0000054	7,9404862

II. — *Table de la valeur de* $\log(1 - e\cos E)^{-1}$.

E.	10°.	20°.	30°.	40°.	50°.	60°.	70°.	80.
☿	0,09826	0,09323	0,08197	0,07443	0,06157	0,04711	0,03166	0,01579
♀	0,00293	0,00280	0,00257	0,00228	0,00192	0,00148	0,00101	0,00052
♁	0,00723	0,00690	0,00635	0,00562	0,00471	0,00366	0,00250	0,00126
♂	0,05317	0,05059	0,04639	0,04079	0,03396	0,02619	0,01816	0,00891
♃	0,02112	0,02014	0,01852	0,01634	0,01368	0,01060	0,00723	0,00365
♄	0,02463	0,02347	0,02158	0,01904	0,01589	0,01232	0,00840	0,00424
♅	0,02040	0,01944	0,01787	0,01628	0,01320	0,01023	0,00748	0,00353
♆	0,00375	0,00371	0,00329	0,00292	0,00362	0,00190	0,00129	0,00066

» Pour trouver la valeur approchée de l'anomalie vraie, on a

$$(2) \qquad \log(\cos F - \cos E_0) = \log\left(\frac{e}{\theta_0}\right) - \log\sin F.$$

Soit le nombre appartenant au $\log(\cos F - \cos E)$ jusqu'à la septième décimale (N); on obtient

$$(3) \qquad \cos E_0 = \cos F - N.$$

On calcule la valeur de E_0 et de F_0, et l'on en tire $F - F_0 = dF$. La Table (II), calculée avec l'argument (E), de 10° en 10°, donne la valeur de $\log(1 - e\cos E)^{-1}$: ce qui donne la correction

$$(4) \quad \log dE = \log dF + \log(1 - e\cos dE)^{-1} = \log dF - \log(1 - e\cos dE).$$

» L'interpolation pour les angles intermédiaires donne la correction dE, d'où l'on tire

$$(5) \qquad E_0 + dE = E,$$

valeur qui ne peut être en défaut que de 1″ à 5″ d'arc. La répétition du calcul réduira l'erreur à une très petite fraction de seconde. C'est ainsi qu'on peut calculer rapidement un grand nombre d'anomalies vraies, et de préférence pour une période restreinte. Les corrections différentielles formant série nous dispenseront de faire le calcul pour chaque date, en donnant immédiatement par interpolation les corrections ultérieures exigées pour la détermination de l'anomalie vraie. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur quelques théorèmes d'électricité, démontrés d'une manière inexacte dans des Ouvrages didactiques.* Note de M. **Yves Machai.**

« J'ai remarqué dans certains Ouvrages scientifiques, et notamment dans les précieux Traités classiques sur l'électricité de Maxwell et de MM. Mascart et Joubert, des erreurs qui n'ont pas, à ma connaissance, été relevées jusqu'ici. Ces erreurs ayant été reproduites de confiance plusieurs fois, grâce à l'autorité scientifique de leurs auteurs, j'ai cru devoir les signaler à l'attention de l'Académie. Je me bornerai d'ailleurs à quelques citations.

» I. Théorème donné par M. Mascart (*Leçons sur l'électricité et le magnétisme*, p. 25). — *Si* V *désigne le potentiel en un point d'un champ électrique où la densité est nulle, le plan des* xy *étant parallèle au plan tangent à la surface de niveau qui passe par le point considéré, on a en ce point*

$$\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} = 0, \quad \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} = 0, \quad \frac{\partial^2 V}{\partial z^2} = 0.$$

» L'erreur ici porte, non seulement sur la démonstration, mais encore sur le résultat, qui doit être rectifié ainsi :

$$\frac{\partial^2 V}{\partial r^2} = \frac{F}{R_x},$$

$$\frac{\partial^2 U}{\partial y^2} = \frac{F}{R_y},$$

$$\frac{\partial^2 V}{\partial z^2} = -F\left(\frac{1}{R_x} + \frac{1}{R_y}\right) = -F\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right).$$

F désigne la force électrique qui s'exerce au point considéré, R_x et R_y les rayons de courbure des sections faites en ce point dans la surface de niveau par les plans parallèles aux plans des xz et des yz, et R_1 et R_2 les rayons de courbure principaux.

» II. Théorèmes donnés par Maxwell (*Treatise on Electricity and Magnetism*, t. I, p. 160) et par M. Mascart (p. 45). — *En un point d'une ligne d'équilibre, si la surface de niveau se compose de deux nappes, celles-ci se coupent à angle droit. — Si la surface de niveau se compose de n nappes, celles-ci se coupent successivement sous des angles égaux à* $\frac{\pi}{n}$.

» Un examen attentif des démonstrations données par les auteurs en question, pour ces deux théorèmes, montre qu'elles sont entièrement inexactes. Je donne ci-dessous une démonstration du dernier théorème, qui comprend le précédent comme cas particulier.

» Prenons comme origine un point O de la ligne d'équilibre, comme axe des z la tangente à cette ligne, et menons dans le plan des xy un rayon vecteur OO′ de longueur ρ, faisant avec les axes Ox, Oy les angles θ et $\left(\frac{\pi}{2}-\theta\right)$. Le potentiel en O′, développé suivant les puissances croissantes de ρ, peut s'écrire

$$V = V_0 + H_1 + H_2 + H_3 + \ldots + H_n + \ldots,$$

en posant symboliquement

$$H_n = \frac{\rho^n}{1.2\ldots n}\left[\left(\frac{\partial V}{\partial x}\right)_0 \cos\theta + \left(\frac{\partial V}{\partial y}\right)_0 \sin\theta\right]^n,$$

avec la condition que, dans le développement du second membre, une puissance quelconque telle que $\left(\frac{\partial V}{\partial x}\right)_0^\lambda \left(\frac{\partial V}{\partial y}\right)_0^\mu$ soit remplacée par la dérivée correspondante $\left(\frac{\partial^n V}{\partial x^\lambda\,\partial y^\mu}\right)_0$.

» Si, en tous les points de la ligne d'équilibre, on a identiquement

$$H_1 = 0, \quad H_2 = 0, \quad \ldots, \quad H_{n-1} = 0,$$

c'est-à-dire si toutes les dérivées d'ordre inférieur à n sont nulles, cette ligne est l'intersection de n nappes de la surface de niveau; et, pour que le rayon OO′ soit tangent à l'une de ces nappes, il faut que l'on ait $H_n = 0$, ou

$$\text{(T)} \qquad \left[\left(\frac{\partial V}{\partial x}\right)_0 \cos\theta + \left(\frac{\partial V}{\partial y}\right)_0 \sin\theta\right]^n = 0.$$

» Or, de l'équation de Laplace $\Delta V = 0$, on tire, par différentiation,

$$\frac{\partial^n V}{\partial x^{\lambda+2}\,\partial y^\mu} + \frac{\partial^n V}{\partial x^\lambda\,\partial y^{\mu+2}} + \frac{\partial^n V}{\partial x^\lambda\,\partial y^\mu\,\partial z^2} = 0.$$

» D'ailleurs le terme $\frac{\partial^n V}{\partial x^\lambda \partial y^\mu \partial z^2}$ est nul en O, puisqu'il est la dérivée par rapport à z de $\frac{\partial^{n-1} V}{\partial x^\lambda \partial y^\mu \partial z}$, qui est nulle, par hypothèse, non seulement à l'origine, mais encore en un autre point infiniment voisin pris sur la ligne d'équilibre, c'est-à-dire dans la direction de l'axe des z. On a donc, à l'origine,

$$\left(\frac{\partial^n V}{\partial x^{\lambda+2} \partial y^\mu}\right)_0 + \left(\frac{\partial^n V}{\partial x^\lambda \partial y^{\mu+2}}\right)_0 = 0.$$

» Il résulte de là, pour diverses valeurs de λ et de μ,

$$\left(\frac{\partial^n V}{\partial x^n}\right)_0 = -\left(\frac{\partial^n V}{\partial x^{n-2} \partial y^2}\right)_0 = \left(\frac{\partial^n V}{\partial x^{n-4} \partial y^4}\right)_0 = -\left(\frac{\partial^n V}{\partial x^{n-6} \partial y^6}\right)_0 = \cdots,$$

$$\left(\frac{\partial^n V}{\partial x^{n-1} \partial y}\right)_0 = -\left(\frac{\partial^n U}{\partial x^{n-3} \partial y^3}\right)_0 = \left(\frac{\partial^n V}{\partial x^{n-5} \partial y^5}\right)_0 = -\left(\frac{\partial^n U}{\partial x^{n-7} \partial y^7}\right)_0 = \cdots;$$

l'équation (T) peut, par conséquent, s'écrire

$$\left[\left(\frac{\partial V}{\partial x}\right)_0 \cos\theta + \left(\frac{\partial V}{\partial y}\right)_0 \sin\theta\right]^n = \left(\frac{\partial^n V}{\partial x^n}\right)_0 \cos n\theta + \left(\frac{\partial^n V}{\partial x^{n-1} \partial y}\right)_0 \sin n\theta = 0;$$

si θ_0 est une solution de cette équation, les n autres sont de la forme

$$\theta = \theta_0 \frac{k\pi}{n},$$

ce qui démontre bien que les n nappes se coupent successivement sous des angles égaux à $\frac{\pi}{n}$.

III. Théorème d'Earnshaw (Maxwell, p. 161; Mascart, p. 56). — *Un corps électrisé ne peut pas être en équilibre stable dans un champ électrique.*

» Premièrement, cet énoncé doit être rectifié comme il suit : *Deux systèmes électrisés étant seuls en présence ne peuvent être en équilibre stable, à moins que l'un d'eux ne soit entièrement compris dans un espace soustrait à l'influence de l'autre.*

» Deuxièmement, la démonstration de Maxwell est inachevée. Celle de M. Mascart est plus complète, quoiqu'elle ne s'applique qu'au cas particulier où le corps mobile électrisé ne peut avoir qu'un mouvement de translation sans rotation; mais elle n'est pas exacte.

» Je pourrais encore faire quelques citations semblables, mais je crois avoir montré suffisamment, par les exemples qui précèdent, quelle attention on doit apporter dans la lecture d'Ouvrages dus même à des savants éminents. »

MÉCANIQUE. — *Sur les vibrations longitudinales des barres élastiques dont les extrémités sont soumises à des efforts quelconques.* Note de MM. **Sebert** et **Hugoniot**, présentée par M. Berthelot.

« I. Dans le cours d'une étude sur les effets développés par le tir des bouches à feu sur les organes des affûts, nous avons dû chercher à soumettre au calcul des effets ondulatoires qui avaient été mis nettement en évidence au moyen d'appareils enregistreurs précis, et qu'il n'était pas permis de négliger pour la détermination des efforts subis par les organes.

» Nous avons ainsi été amenés à chercher la solution du problème suivant qui, du moins à notre connaissance, n'a pas encore été résolu dans toute sa généralité :

» *Déterminer le mouvement vibratoire d'une barre élastique et homogène, de longueur finie, dont l'une des extrémités est soumise à des efforts quelconques, pressions ou tensions, variables avec le temps, l'autre extrémité étant libre ou encastrée.*

» II. On sait que les vibrations longitudinales des tiges élastiques sont régies par l'équation aux dérivées partielles

$$\frac{d^2 u}{dt^2} = a^2 \frac{d^2 u}{dx^2},$$

dans laquelle a représente la vitesse du son dans le corps considéré, vitesse qui est liée au coefficient d'élasticité E et à la masse $\frac{\varpi}{g}$ de l'unité de volume par la relation $a^2 = \frac{\mathrm{E}g}{\varpi}$.

» L'équation a pour intégrale générale

$$u = \varphi(x + at) + \psi(x - at),$$

φ et ψ désignant deux fonctions arbitraires qui doivent être, dans chaque cas particulier, déterminées de manière à satisfaire à certaines équations de conditions.

» Cette détermination présente des difficultés toutes les fois que des actions extérieures viennent modifier l'état initial du corps vibrant. Dans un important Mémoire inséré dans le *Journal de Liouville*, 1867, M. de Saint-Venant est cependant parvenu à traiter complètement le cas où la barre considérée subit le choc d'une deuxième barre prismatique ayant même axe de symétrie.

» La méthode suivante nous a permis de trouver la solution complète du problème énoncé plus haut et d'y ramener la plupart des questions de choc, bien que, dans ces dernières, la force qui agit sur l'extrémité de la barre soit inconnue *a priori*.

» III. Soient l la longueur de la barre supposée horizontale et ω sa section, l'extrémité opposée à celle qui est soumise à l'action de la force étant prise pour origine des x. Les équations de condition sont différentes, suivant que cette extrémité est libre ou encastrée. On considérera d'abord ce dernier cas.

» Il faut alors exprimer que, pour $t = 0$, la vitesse $\frac{du}{dt}$ et la tension $\frac{du}{dx}$ sont nulles en tous les points de la barre; que, pour $x = 0$, la vitesse est nulle, quelle que soit la valeur de t; enfin que l'effort supporté par l'extrémité libre, savoir $E\omega\frac{du}{dx}$, est constamment égal à la force $F(t)$. On a ainsi les quatre équations

$$\varphi'(x) + \psi'(x) = 0, \tag{1}$$

$$\varphi'(x) - \psi'(x) = 0, \tag{2}$$

$$\varphi'(at) - \psi'(-at) = 0, \tag{3}$$

$$\varphi'(l + at) + \psi'(l - at) = \frac{F(t)}{E\omega} = f(t). \tag{4}$$

» Les équations (1) et (2) expriment que $\varphi'(\zeta)$ et $\psi'(\zeta)$ sont constamment nulles, tant que ζ varie entre zéro et l; la troisième montre que l'on a, pour toutes les valeurs positives de ζ,

$$\varphi'(\zeta) = \psi'(-\zeta). \tag{5}$$

» Or, comme on a identiquement

$$\psi'(l - at) = \psi'\left\{-\left[l + a\left(t - \frac{2l}{a}\right)\right]\right\},$$

l'équation (5) a pour conséquence la suivante :

$$\psi'(l - at) = \varphi'\left[l + a\left(t - \frac{2l}{a}\right)\right], \tag{6}$$

qui doit être satisfaite pour toutes les valeurs de t supérieures à $\frac{l}{a}$.

» IV. Cela posé, il est facile de déterminer complètement les fonctions φ' et ψ'.

» En effet, t variant de zéro à $\frac{2l}{a}$, $\psi'(l-at)$ varie entre $\psi'(l)$ et $\psi'(-l)$, et reste, par suite, constamment nulle, d'après les conditions (1), (2) et (3), de sorte que l'on a, entre ces limites,

$$\varphi'(l+at)=f(t).$$

» Quand t varie entre $\frac{2l}{a}$ et $\frac{4l}{a}$, $t-\frac{2l}{a}$ reste compris entre zéro et $\frac{2l}{a}$ et l'équation (6) donne

$$\psi'(l-at)=\varphi'\left[l+a\left(t-\frac{2l}{a}\right)\right]=f\left(t-\frac{2l}{a}\right);$$

par conséquent, d'après (4),

$$\varphi'(l+at)=f(t)-f\left(t-\frac{2l}{a}\right).$$

» En continuant à suivre la même marche, on trouve aisément que, si l'on convient de regarder comme nulles toutes les valeurs de $f(t)$ qui correspondent à des valeurs négatives de t, rien n'empêche de prendre, quel que soit t,

$$\varphi'(l+at)=f(t)-f\left(t-\frac{2l}{a}\right)+f\left(t-\frac{4l}{a}\right)-\ldots,$$

$$\psi'(l-at)=f\left(t-\frac{2l}{a}\right)-f\left(t-\frac{4l}{a}\right)+\ldots.$$

» De là on déduit

$$\varphi'(\zeta)=\psi'(-\zeta)=f\left(\frac{\zeta-l}{a}\right)-f\left(\frac{\zeta-3l}{a}\right)+f\left(\frac{\zeta-5l}{a}\right)-\ldots,$$

expression qui convient, quelle que soit la valeur de ζ. Les fonctions φ' et ψ' sont ainsi entièrement déterminées.

» Quant aux fonctions φ et ψ, dont la valeur est d'ailleurs rarement bien utile à connaître, on les obtient par de simples quadratures.

» Nous pourrons, dans une prochaine Communication, montrer comment on obtient la tension et la vitesse en un point quelconque de la barre, puis examiner le cas où cette dernière est libre au lieu d'être encastrée. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la résistance électrique du verre aux basses températures.* Note de M. G. **Foussereau**, présentée par M. Jamin.

« La méthode employée consiste à faire passer à travers un tube à réaction, fermé par un bout, d'un diamètre de $0^m,01$ à $0^m,02$ et d'épaisseur bien régulière, l'électricité fournie par une pile de 1 à $100^{él}$ Volta. On recueille cette électricité dans un condensateur de capacité connue, dont les deux armatures sont reliées aux deux mercures d'un électromètre Lippmann, de capacité également mesurée. On observe le temps nécessaire pour communiquer à la colonne mercurielle de l'électromètre un déplacement correspondant à une différence de potentiel déterminée.

» Le tube à réaction plonge dans une éprouvette plus large; les deux faces de ce tube sont baignées, jusqu'à une hauteur connue, par deux masses conductrices d'acide sulfurique concentré, dans lesquelles pénètrent des fils de platine soigneusement isolés des parois au-dessus du niveau liquide. Cet appareil est entouré d'un manchon de verre, dont on laisse l'air se dessécher sous l'influence de l'acide sulfurique avant de commencer les expériences.

» Pour obtenir une température uniforme et lentement variable, on installe la base de l'appareil jusqu'à un niveau notablement supérieur à celui de l'acide dans un bain d'huile, entouré lui-même d'un bain de sable qu'on peut échauffer progressivement. On peut substituer au bain de sable un mélange réfrigérant. Les observations ont pu être poussées jusqu'à $-17°$.

» Si nous désignons par

E la force électromotrice de la pile;
ρ_1 et ρ_2 les rayons intérieur et extérieur du tube;
h la hauteur du liquide;
r la résistance spécifique du verre par centimètre cube;
C la somme des capacités du condensateur et de l'électromètre;
e la différence de potentiel communiquée à l'électromètre, qui est toujours très petite par rapport à E,

on a, en exprimant que la quantité d'électricité transmise par le verre dans le temps θ a servi à charger le condensateur,

$$r = \frac{2\pi h E}{Ce \log \text{nép.} \frac{\rho_2}{\rho_1}} \times \theta.$$

» Plusieurs expériences, faites avec des hauteurs différentes d'acide sulfurique, permettent d'éliminer l'influence du fond du tube, qui n'a pas la même épaisseur que les parois latérales.

» Au moment où l'on établit le circuit, le tube de verre se charge d'abord comme un condensateur. Ses couches intérieures absorbent ensuite peu à peu une certaine charge électrique, nécessaire pour les amener à l'état définitif qui correspond à la chute de potentiel établie entre les faces. Pendant cet état variable, plus ou moins prolongé suivant la nature du verre, les effets de la charge du verre se superposent à ceux de la conductibilité. On commence les observations quand le temps de charge de l'électromètre a pris une valeur constante.

» J'ai observé aussi qu'un échauffement rapide détermine un accroissement apparent de conductibilité plus grand que l'accroissement normal; de même un abaissement de température rapide donne naissance à une résistance exagérée; mais ces phénomènes disparaissent rapidement, pour faire place à la résistance normale, et ils ne se produisent plus quand les variations de température sont lentes (¹).

» Mes observations ont porté jusqu'ici sur trois espèces de verre : le verre ordinaire à base de soude et de chaux, le verre de Bohême et le cristal.

» Dans les trois cas l'élévation de température produit un accroissement rapide de conductibilité. La résistance peut s'exprimer par des fonctions exponentielles de la forme

$$\log x = a - bt + ct^2.$$

» 1° Pour le verre ordinaire, de densité 2,539, en exprimant les résistances par centimètre cube en millions de mégohms, on obtient les résultats suivants :

Températures.	Résistances.
$+61^\circ,2$	0,705
$+20$	91,0
-17	7970,0

» Pour se faire une idée de la grandeur de cette dernière résistance, on peut remarquer qu'elle représente à peu près deux fois la résistance d'un fil de cuivre de 1^{mmq} de section, allant de la Terre à Sirius. L'ensemble des

(¹) Ces phénomènes paraissent dus aux variations que subit le pouvoir diélectrique du verre sous l'influence de la température.

résultats obtenus sur le verre ordinaire s'exprime par la formule

$$\log x = 3,00507 - 0,052664 \times t + 0,00000373 \times t^2.$$

» Le terme du second degré étant très petit, les valeurs de $\log x$ sont représentées par une ligne peu différente d'une droite. La résistance varie à peu près de $\frac{1}{9}$ de sa valeur par degré de température.

» 2° Le verre dur de Bohême, de densité 2,431, sur lequel j'ai opéré, est de 10 à 15 fois plus conducteur que le verre ordinaire aux mêmes températures. Sa résistance est donnée par la formule

$$\log x = 1,78300 - 0,049530 \times t + 0,0000711 \times t^2.$$

» 3° Le cristal essayé a pour densité 2,933. Il est, au contraire, de 1000 à 1500 fois plus isolant que le verre ordinaire aux mêmes températures. Sa conductibilité ne commence à se manifester qu'au-dessus de 40°.

A 46°,2 sa résistance est égale à	6182
A 105° »	11,6

» Les résultats sont représentés par la formule suivante :

$$\log x = 7,22370 - 0,088014 \times t + 0,00028072 \times t^2$$ (1). »

ACOUSTIQUE. — *Sur l'écoulement du son dans les tuyaux.* Note de M. V. NEYRENEUF.

« J'ai montré (2) comment on pouvait étudier, par des variations d'intensité, les phénomènes de réflexion, de réfraction et d'interférences du son, au moyen d'une flamme susceptible d'être douée d'une sensibilité bien déterminée.

» Pour des recherches plus précises, j'ai dû renoncer à l'emploi du bec à circulation d'eau froide, que j'ai décrit dans les *Mémoires de l'Académie de Caen*. La condensation interne de vapeur, qui se produit dans ce bec, amène des agitations qui modifient, dans une trop grande mesure, la sensibilité de la flamme. J'ai eu recours à un bec sec, constitué comme un bec Bunsen, sans prise d'air inférieure, muni, vers les deux tiers de sa hauteur, d'une petite ouverture latérale. Les parois du bec sont minces, ainsi que celles du

---

(1) Ce travail a été fait dans le laboratoire de recherches de M. Jamin, à la Sorbonne.

(2) Voir *Journal de Physique*, année 1881.

tube creux qui le supporte, de telle sorte que l'équilibre de température s'établit rapidement. L'introduction de l'air par l'orifice latéral empêche l'exaltation sous l'influence de la chaleur des deux jets inverses, interne et externe, et l'on peut réaliser une flamme dont la hauteur ne dépasse pas $0^{\mathrm{m}},05$, et dont la sensibilité présente toutes les qualités nécessaires.

» La plus grande difficulté, pour avoir une flamme de sensibilité bien constante, réside dans la constance même du courant de gaz d'alimentation. J'indiquerai, dans un Mémoire spécial, les dispositions adoptées pour avoir un écoulement de gaz bien uniforme, et les conditions dans lesquelles les observations sont acceptables. La cause perturbatrice la plus fréquente, et sur laquelle on ne peut agir, se trouve dans les variations mêmes de la pression atmosphérique. En outre des agitations, des trépidations dont il faut se garder avec le plus grand soin, les variations de pression ne dépassant pas $0^{\mathrm{m}},001$ d'eau se produisent si souvent que, malgré des recherches suivies depuis longtemps, je n'ai actuellement qu'un nombre relativement restreint de résultats, que je puisse présenter avec confiance.

» J'ai appliqué le bec sec à la mesure de l'intensité d'un son qui a parcouru des tuyaux cylindriques de longueurs et de diamètres différents. Une caisse en bois, à parois recouvertes de ouate, et qui renferme un timbre à mouvement d'horlogerie, est installée sur deux rails, de manière à rendre les déplacements faciles. Elle porte une ouverture, munie d'un court ajutage, sur lequel s'adaptent les divers tuyaux. Ces derniers aboutissent dans une autre pièce où se trouve la flamme sensible, bien isolée ainsi de toutes vibrations accidentelles. La flamme est disposée dans la direction du tuyau et à son niveau. On cherche, par tâtonnements, à quelle distance il faut placer l'ouverture du tuyau pour que la flamme reste insensible à chaque choc du marteau sur le timbre.

» Les déterminations ont été faites par séries de deux tubes pour les longueurs et pour les diamètres; quatre mesures alternées étaient faites pour chaque série, et l'on n'a retenu que les résultats qui se sont maintenus bien les mêmes.

» Voici quelques nombres relatifs aux longueurs :

Tubes de laiton.		Distance de la flamme	
Diamètres.	Longueurs.	trouvée.	calculée.
13 mm	1085 mm	88	92
13	720	75	75
18	1100	116	116
18	714	93	94

	Tubes de laiton.		Distance de la flamme	
	Diamètres.	Longueurs.	trouvée.	calculée.
	mm 23	mm 1720	147	147
	23	980	105	110
(1)	13	1085	228	228
	13	720	186	186
(2)	13	1085	133	133
	13	720	108	109
	12	1073	85	85
	12	714	64	69

» L'expérience (1) a été faite avec une flamme beaucoup plus sensible; l'expérience (2) avec un timbre plus aigu.

» La loi qui ressort de ces résultats et de ceux que je donne plus bas, relativement aux diamètres, est représentée par la formule

$$I = \frac{K d^4}{l};$$

cette formule n'est pas conforme à un résultat indiqué incidemment par Regnault, dans ses recherches sur la vitesse du son, mais les conditions ne sont pas non plus les mêmes. Dans nos expériences, chaque tuyau prend une quantité de son proportionnelle à sa section, tandis que, dans les recherches de Regnault, chaque tuyau recevait la même somme d'intensité.

» Voici les résultats relatifs aux diamètres. On a inscrit les nombres que l'on aurait dû trouver si la loi correspondait à d^3, pour mieux mettre en évidence l'approximation.

Tubes de laiton.			Calculé	
Longueurs.	Diamètres.	Trouvé.	avec d^4.	avec d^3.
715	18	mm 550	578	478
715	12	260	260	260
715	12	251	248	202
715	8	110	110	110
715	8	107	100	86
715	6	56	56	56
1500	17	196	196	168
1500	13	115	115	115
1500	16	158	155	134
1500	12	87	87	87

» Relativement à K, je ne puis rien dire encore, n'ayant eu à ma dis-

position que des tubes de verre par trop irréguliers. L'épaisseur du tube semble sans influence; mais mes recherches à ce sujet sont encore trop peu avancées, de même que sur d'autres points. Ce sera, si l'Académie veut bien le permettre, l'objet d'une Communication ultérieure. »

THERMOCHIMIE. — *Sur la chaleur de dissolution de quelques mélanges.* Note de M. P. **Chroustchoff**, présentée par M. Berthelot.

« I. En prenant quatre sels, contenant deux acides et deux bases, et en formant avec eux des mélanges réciproques, on obtient deux systèmes de sels, de même composition empirique, mais avec une distribution différente des acides et des bases. La chaleur de dissolution de ces mélanges permet, dans certains cas, de conclure à une constitution différente de tels mélanges. En 1873, Rüdorff et A. Winckelmann ont profité de cette méthode pour arriver à des conclusions sur l'état des sels en dissolution. Mais ni l'un ni l'autre n'a travaillé dans des conditions calorimétriques telles, qu'on puisse en tirer parti pour une discussion chimique du problème.

» II. J'ai préparé des mélanges de $2KCl + (NH^4)^2SO^4$ et inversement de $2NH^4Cl + K^2SO^6$ de sels épurés par la cristallisation. Pour déterminer la chaleur de dissolution, je prenais environ 10^{gr} de sel en poudre finement tamisée, pour le dissoudre dans 500^{cc} d'eau. J'ai obtenu de cette manière :

Premier système. $2KCl + (NH^4)^2SO^4$	$-12^{cal},76$
Second système. $2NH^4Cl + K^2SO^4$	$-15^{cal},51$

e tout à 12°.

» La somme des chaleurs de dissolution des mêmes sels pris à part, rapportée à la température 12°, est, d'après M. Berthelot :

Pour le premier système	$-11^{cal},50$
Pour le second système	$-14^{cal},58$

» Les liqueurs obtenues par ces expériences, après qu'on y eut ajouté quelques grammes du mélange correspondant, furent évaporées (à sec) à 100° environ. Les résidus obtenus par ce procédé ont été dissous de nouveau dans les mêmes conditions, ce qui a donné à 12° :

Premier résidu du système. $2KCl + (NA^4)^2SO^4$	$13^{cal},70$
Second résidu du système. $2NH^4Cl + K^2SO^4$	$13^{cal},94$

» Des liqueurs identiques aux dissolutions primitives furent évaporées,

d'autre part, dans le vide, sur l'acide sulfurique concentré, à la température ordinaire. La dissolution des mélanges obtenus par cette dessiccation à froid a donné, à 17° :

Premier système. $2KCl + (NH^4)^2SO^4$	$12^{cal},95$
Second système. $2NH^4Cl + K^2SO^4$	$13^{cal},20$

» En réduisant ces derniers nombres à la température de 12°, dans la supposition de la coexistence de quatre sels, on obtient :

Premier système	$13^{cal},65$
Second système	$13^{cal},92$

» III. De ces observations, je tire la conclusion que, dans les dissolutions de mélanges contenant des sels ammoniacaux, il n'existe aucun des systèmes initiaux en entier. Les équilibres complexes, qui ont lieu dans ces circonstances, dépendent entièrement, comme l'a établi depuis longtemps M. Berthelot, du degré de dissociation des sels ammoniacaux dans les conditions de l'expérience. Les nombres cités démontrent justement le rôle prépondérant des conditions données; je n'ai jamais obtenu de coïncidence parfaite entre les chaleurs de dissolution des mélanges réciproques, malgré le parallélisme observé dans le mode de préparation; de fait, il est impossible d'installer des conditions parfaitement identiques d'évaporation, etc. Pour les mélanges de sels dits stables, on obtient des nombres exactement identiques. On voit enfin que je ne suis pas parvenu à retrouver pour le sulfate d'ammoniaque un fait indiqué par Rüdorff pour le nitrate d'ammoniaque; que l'évaporation à 100° donne un système de quatre sels, tandis qu'une évaporation à froid ne donne qu'un système de deux sels, toujours le même, indépendamment du système initial.

» IV. La même méthode peut servir à élucider la constitution des mélanges fondus. En l'absence d'un dissolvant, et à des températures où les sels ne sont pas décomposés, les transformations doivent être réglées par la loi de M. Berthelot, et l'on doit s'attendre à ne trouver qu'un système de deux sels. J'ai préparé des mélanges de sels secs, dans le rapport de leurs équivalents. La détermination de leurs chaleurs de dissolution faite, je fondais les mélanges dans un four Perrot, et je prenais ensuite la chaleur de dissolution de la masse fondue, réduite en poudre et séchée à 100°. De pareilles observations ont été faites, avant moi, par Ostwald; mais, comme les miennes ont été faites dans des conditions un peu différentes et ont amené un résultat différent, je me permets d'en citer quelques-unes.

Ces expériences sont d'une exécution assez délicate, eu égard à la perte que subit quelquefois la masse fondue par l'évaporation dans le four. Ainsi, le système $Na^2SO^4 + BaCl^2$ a perdu $0^{gr},05$ sur $30^{gr},28$ fondus; d'autre part, le système $K^2SO^4 + BaCl^2$ en a perdu $0^{gr},36$ sur $34^{gr},3$. Aussi, dans ce dernier cas, une analyse étant de rigueur, j'ai calculé la quantité de KCl formé d'après le chlore trouvé analytiquement. J'ai trouvé, à 20° :

Système $Na^2SO^4 + BaCl^2$, mélangé............	+6,80
Même système, fondu......................	−1,90
Dissolution de 2NaCl (mêmes conditions)......	−1,95

De même à 19° :

Système $K^2SO^4 + BaCl^2$, mélangé..	+0,99
Même système, fondu................	−8,60
Dissolution de 2KCl (mêmes conditions).......	−8,60

» V. Les observations précédentes m'amènent à conclure que, dans les cas cités, il n'y a pas de partage, mais une réaction unique, prévue par la loi de M. Berthelot. Je ne cite pas les mesures faites avec les mélanges inverses, car elles mènent à la même conclusion. A des températures inférieures, il pourrait bien se former des sels doubles; de plus, le sulfate de baryte n'est pas alors dans l'état liquide, le milieu n'est pas homogène (comme dans la réaction classique de Dulong) et la transformation ne se ferait que lentement vers la fin. Je crois que les résultats de M. Ostwald s'expliqueraient de cette manière. »

CHIMIE. — *Sur l'action de l'ammoniaque et de l'oxyde de cuivre.* Note de M. E.-J. **Maumené**.

« L'oxyde de cuivre est considéré comme soluble dans l'ammoniaque par quelques chimistes. D'autres ont reconnu qu'il faut la présence d'un peu de sel ammoniacal ou même que « l'ammoniaque saturée d'un sel am-» moniacal produit plus rapidement la dissolution... ».

» Fresenius donne une formule précise : « Avec le sulfate de cuivre il » se forme le composé $H^3Az, CuO + SO^3H^3AzHO$ (1) ». C'est-à-dire que l'*eau céleste* des alchimistes est un sel tribasique, où l'acide est uni avec

(1) D'après H. Schif, je suppose.

$2^{éq}$ d'ammoniaque et $1^{éq}$ d'oxyde métallique

$$SO^3HO \begin{cases} H^3Az, \\ H^3Az, \\ CuO. \end{cases}$$

» On ne peut accepter cette formule sans réserve, plusieurs chimistes affirmant que l'hydrate d'oxyde de cuivre se dissout dans l'ammoniaque, et paraissant croire à l'existence du composé H^3AzCuO dans l'eau céleste; le composé serait de l'oxyde de cuprammonium $(H^3Cu)AzO$.

» J'ai été amené à regarder de très près cette question, et pour la résoudre j'ai employé des liqueurs titrées en équivalents chimiques, c'est-à-dire contenant toutes $1^{éq}$ des composés à étudier, comme les liqueurs suivantes :

	Par litre.		Par litre.
SO^3, CuO	80 gr	H^3Az	17 gr
SO^3HO, H^3Az	66	NaO	31
		KO	47

» Première question. — *L'hydrate d'oxyde de cuivre peut-il être dissous par* H^3Az *et donner* H^3AzCuO?

» 10^{cc} de NaO ont été versés dans un vase conique. 10^{cc} de sulfate de cuivre (liqueur ci-dessus) ont été ajoutés en remuant le plus vivement possible; on obtient de cette manière l'hydrate $CuO(HO)^x$ d'un beau bleu. Cet hydrate est mêlé de sulfate de soude, et ne conserve aucune trace de sel ammoniacal.

» 10^{cc} de H^3Az ne produisent aucun effet. 20^{cc}, 30^{cc}, 40^{cc} n'en produisent presque pas davantage : à peine la liqueur devient-elle un peu azurée, le grand excès d'ammoniaque parvenant sans doute à effectuer un très léger partage (Berthollet et Maumené) et à faire une très minime quantité de sel ammoniacal dont l'effet proportionnel est accusé par cette très faible coloration. L'hydrate d'oxyde de cuivre ne se dissout pas dans l'ammoniaque. L'oxyde calciné CuO ne donne pas non plus d'eau céleste avec l'ammoniaque. L'hypothèse de l'ammonium, ou si l'on veut du cuprammonium, est une chimère.

» Deuxième question. — *L'eau céleste est-elle formée d'un sel tribasique ?*

» 10^{cc} de sulfate de cuivre ont été versés, comme pour l'expérience précédente, dans 10^{cc} de NaO fortement mis en mouvement. On a laissé les matières en contact pendant une heure au moins pour laisser l'hydrate se purifier absolument de toute trace de sel basique. On a versé alors

10^{cc} d'ammoniaque et, comme dans l'expérience précédente, l'hydrate est demeuré insoluble. Alors on a versé dans le mélange, en remuant avec force, 10^{cc} de sulfate d'ammoniaque; dès les premières gouttes, l'eau céleste est produite : pâle d'abord, elle prend une nuance de plus en plus vive à mesure de l'addition du sel ammoniacal, et l'hydrate n'arrive à la dissolution complète qu'avec la dernière goutte de ce sel, dont l'équivalent est nécessaire pour fournir la nuance la plus intense.

» La présence de sel ammoniacal est absolument nécessaire; en effet, si dans le mélange qui précède on ajoute 10^{cc} de soude ou de potasse, le sel ammoniacal est entièrement décomposé; 1^{éq} de sel de soude ou de potasse le remplace entièrement, et, quoique l'ammoniaque mise en liberté reste dans le liquide (au moins un certain temps), l'eau céleste disparaît peu à peu, la dissolution devient parfaitement incolore et l'hydrate de cuivre est de nouveau précipité tout entier avec une belle nuance bleue, malgré la présence de *deux équivalents* d'ammoniaque.

» Il est donc de la plus complète évidence que l'eau céleste ne peut être obtenue par l'union simple de l'oxyde de cuivre et de l'ammoniaque; elle n'existe qu'avec 1^{éq} de sel ammoniacal; elle est formée par un sel tribasique

$$SO^3HO(CuO, H^3Az, H^3Az),$$

» L'hypothèse du cuprammonium n'exprime donc pas la vérité. Ce que fait le sulfate, l'azotate le produit également.

» Mais il est d'autres sels de cuivre pour lesquels on ne rencontre pas la même action chimique. Nous avons pris du carbonate d'ammoniaque ordinaire (sesquicarbonate) et, après avoir titré soigneusement une dissolution concentrée de ce sel, nous lui avons donné l'ammoniaque nécessaire pour constituer exactement le sel neutre CO^2, H^3Az, soit 39^{gr} dans un litre.

» 10^{cc} de cette liqueur ont reçu (toujours avec la précaution de les secouer fortement) 10^{cc} de sulfate de cuivre. En raison des secousses et de la dilution du sel, on a obtenu du carbonate bleu pâle sans perte d'acide carbonique. On a versé dans le mélange 10^{cc} de carbonate d'ammoniaque neutre, et cet équivalent ne suffit pas pour dissoudre le carbonate de cuivre, même partiellement : il faut ajouter encore 10^{cc} du même sel pour obtenir la dissolution entière du carbonate de cuivre et la production d'une eau céleste de nuance intense.

» Comment devons-nous représenter la nature de cette eau spéciale?

» D'abord il est facile de montrer l'inutilité du sulfate ammoniacal. En effet, nous avons, par d'autres expériences, préparé le carbonate de

cuivre avec le sulfate et le carbonate de soude. Il a fallu, pour dissoudre ce carbonate de cuivre, ajouter, comme tout à l'heure, 20^{cc} de carbonate ammoniacal neutre avec les mêmes phases et le même résultat.

» Le carbonate de cuivre dissous dans le carbonate neutre d'ammoniaque ne peut donc plus être comparé au produit formé par l'oxyde de cuivre, l'ammoniaque et le sulfate d'ammoniaque. Ce n'est plus un sel tribasique. C'est un *sel neutre* ou plutôt un carbonate neutre formé par la condensation de 3^{éq} de carbonate neutre.

$$\left\{\begin{array}{l} CO^2 Cu O \\ CO^2 H^3 Az \\ CO^2 H^3 Az \end{array}\right.$$

combinaison nécessaire pour obtenir l'eau céleste.

» Circonstance remarquable; cette combinaison revient à du sesquicarbonate d'ammoniaque *neutralisé* par 1^{éq} d'oxyde de cuivre,

$$(CO^2)^3 (H^3 Az)^2,\ Cu O.$$

» Le phosphate de cuivre produit les résultats suivants :

» Du phosphate de soude ordinaire $PhO^5, (NaO)^2 (HO), 24 HO$ a été mis en dissolution, 358^{gr} au volume 2^{lit}. L'unité de volume renferme un demi-équivalent de phosphate ou, ce qui revient au même, un demi-équivalent d'acide phosphorique et 1^{éq} de soude.

» 10^{cc} de cette solution ont reçu (toujours avec agitation vive) :

» 10^{cc} de sulfate de cuivre : la liqueur se prend en une masse demi-fluide qui se déplace tout entière par les secousses. Nous avons ajouté :

» 10^{cc} d'ammoniaque, et le précipité de bleu turquoise est devenu peu à peu bleu d'azur sans se dissoudre ; il a fallu pour obtenir sa dissolution complète 10^{cc} d'ammoniaque, ce qui oblige à représenter cette eau céleste par la formule

$$Ph O^5 (Cu O)^2 (H^3 Az)^4.$$

Si l'on ajoute 10^{cc} de soude, on ramène le précipité bleu d'azur, et l'eau céleste demeure en partie. 10^{cc} de plus reproduisent le précipité turquoise et ne laissent qu'une eau céleste très pâle. $4 Na O$ déplacent les $4 H^3 Az$.

» L'azotate et l'acétate de cuivre, employés au lieu du sulfate, donnent les mêmes actions.

» On déduit de ces faits les conséquences suivantes :

» 1° Le composé $H^3 Az, Cu O$, l'oxyde de cuprammonium, n'existe pas.

» 2° Les sels dits ammoniacaux (ou ammoniés) ne sont jamais formés

d'un acide uni avec H^3AzCuO, ils contiennent toujours plus de 1éq d'ammoniaque pour 1éq de cuivre.

» Le sulfate est $SO^3(CuOH^3Az, H^3Az)$.

» Le carbonate est $(CO^2)^3(H^3Az)^2CuO$.

» Le phosphate $PhO^5(CuO)^2(H^3Az)^4$.

» *Sans hypothèse*, le sulfate est tribasique, le carbonate monobasique, le phosphate sexbasique. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la composition des vins de marc.* Note de M. AIMÉ GIRARD.

« Des divers procédés auxquels l'art de faire le vin peut recourir pour combler, par le sucrage, le déficit de nos récoltes, le plus simple, celui que le vigneron emploie le plus habituellement, est celui qui consiste à reprendre le marc de la vendange, à le recouvrir d'eau sucrée et à abandonner ce mélange à la vinification. Des quantités considérables de vin ont été, en 1881, obtenues par ce procédé, dont Petiot a été l'initiateur, et tout permet de prévoir que cette année on verra ces quantités devenir plus considérables encore.

» En présence de ce mouvement, auquel on ne saurait qu'applaudir, il m'a semblé qu'il serait utile d'entreprendre des recherches dans le but d'établir la composition chimique des boissons ainsi préparées, et de la comparer à celle des vins ordinaires.

» D'une part, en effet, des opinions différentes ont cours à leur sujet; les uns les considèrent comme identiques aux vins de la vendange, les autres leur refusent toutes qualités; tandis que, d'autre part, nous ne possédons sur leur composition que très peu de renseignements. Si je ne me trompe même, il n'existe que deux analyses de vins de cette sorte d'origine certaine, c'est-à-dire de vins à la préparation desquels l'analyste ait assisté; l'une de ces analyses est due à M. Boussingault, l'autre à M. Ladrey.

» Cependant c'est seulement aux analyses faites dans les conditions que je viens d'indiquer qu'il est permis d'avoir confiance; aussi est-ce dans ces conditions, précisément, que je me suis placé.

» Au lieu de soumettre à l'analyse les vins obtenus par le sucrage des marcs que l'on rencontre dans le commerce, j'ai tenu à préparer moi-même les vins que je voulais étudier.

» Dans ce but, j'ai, l'an dernier, au mois de septembre et d'octobre,

demandé à divers vignerons du marc de leur vendange. Ces marcs, tantôt encore noyés dans leur vin, tantôt fortement pressés, m'ont été envoyés du Bordelais, de la Bourgogne, de l'Hérault, du Cher, de l'Isère, et tous me sont parvenus absolument sains.

» A l'aide de ces marcs et dans des conditions diverses, j'ai préparé les vins que je voulais analyser. Obligé d'opérer sur des quantités restreintes (6^{lit} à 8^{lit} pour chaque cuvée), et craignant le trouble que le refroidissement extérieur aurait pu apporter à la marche du travail, j'ai transformé en cuverie une pièce de mon laboratoire, maintenue constamment à la température de 22°-24°. Là, ont été placés simultanément, logés dans de grands vases de verre, munis de bondes hydrauliques, les divers mélanges de marc et d'eau sucrée que je me proposais de vérifier. Toutes les fermentations, dans ces conditions, ont été régulières et se sont accomplies, sans trouble aucun, en un temps qui, suivant les mélanges, a varié de sept à dix jours.

» Mes premiers essais ont eu pour objectif des vins analogues à ceux que nos vignerons préparent habituellement, et à la préparation desquels intervient une quantité d'eau égale à celle du vin déjà récolté, eau dans laquelle on a fait dissoudre 17^{gr} ou, mieux, 18^{gr} de sucre cristallisé pour chaque degré alcoolique que l'on prétend obtenir. Ces vins, je les ai préparés en ajoutant à chaque litre d'eau 180^{gr} de sucre et 250^{gr} de marc pressé; les proportions de sucre, en un mot, ont été telles, que tous ces vins eussent une richesse alcoolique comprise entre 9° et 11°.

» Décuvés, aussitôt la fermentation achevée, ces vins ont été laissés en cave jusqu'au 15 mars; soutirés alors et embouteillés, pour être ensuite soumis à l'analyse. Parallèlement à ces vins, j'ai examiné également ceux qui, provenant de la vendange même, avaient été obtenus par les vignerons.

» Parmi les produits fournis par la fermentation du sucre, je me suis, en général, contenté de doser l'alcool; les proportions de glycérine et d'acide succinique (qui cependant ont été dosées dans quelques cas, afin de vérifier la régularité de la fermentation) sont, en effet, liées intimement à la richesse alcoolique, et c'est sur les produits enlevés au marc qu'il m'a paru plutôt utile de porter mon attention; l'extrait sec a été obtenu dans le vide, à froid; le tartre, dosé par évaporation; le tannin et la matière colorante, par le procédé que j'ai récemment fait connaître; l'intensité de la coloration, enfin, comparée à celle du vin de vendange prise comme unité, au moyen du colorimètre de M. Laurent.

» Les résultats fournis par cette première série d'essais sont résumés ci-dessous :

Composition comparée des vins de vendange et des vins de marc, par litre.

	Alcool en volumes. cc	Extrait dans le vide à froid. gr	Crème de tartre. gr	Tannin et matière colorante. gr	Intensité de la coloration.
Vin de Bordeaux (haut Médoc).					
(La Barde) vin de la vendange...	124	29,80	2,400	3,620	100,0
» vin de marc........	110	18,13	1,980	1,480	23,8
(Cautenac) vin de la vendange..	115	30,40	2,420	non dosé	100
» vin de marc	101	17,80	2,045	0,900	17,2
Vin de Bourgogne (Yonne).					
(Épineuil) vin de la vendange...	106	24,10	2,680	2,730	100
» vin de marc........	104	17,40	1,770	0,413	17,5
Vin du Cher.					
(Montrichard) vin de la vendange.	90	27,60	3,215	2,860	100
» vin de marc	105	13,70	1,850	0,320	36,3
Vin de l'Hérault.					
(Capestang) vin de la vendange..	85	24,70	2,560	1,060	100
» vin de marc.......	110	14,30	1,600	0,390	55,5
Vin de l'Isère.					
(Tullein) vin de la vendange....	95	25,30	2,415	2,660	100
» vin de marc	91	15,70	1,890	1,200	51,5

» De l'examen des nombres inscrits dans ce Tableau, on peut conclure que :

» 1° Les vins obtenus de la première fermentation du sucre, en présence des marcs, fournissent tous, quand ils titrent de 9° à 11° d'alcool, une quantité d'extrait moindre que celle fournie par les vins de la vendange correspondants : cette quantité varie entre 50 et 75 pour 100 du poids de celle-ci ; elle ne s'abaisse guère au-dessous de 14^{gr} par litre et s'élève rarement au-dessus de 18^{gr}, si la fermentation est complète.

» 2° La proportion de tartre y est toujours inférieure à ce qu'elle est dans le vin de vendange; très voisine de 2^{gr} par litre, elle ne s'abaisse pas au-dessous de $1^{gr},600$.

» 3° Les proportions de tannins et de matières colorantes y sont également inférieures à ce qu'elles sont dans le vin de la vendange; mais, dans ce cas, la diminution varie considérablement suivant la nature du

marc : quelquefois elle n'est que de moitié, quelquefois elle atteint les quatre cinquièmes.

» 4° L'intensité de la coloration est toujours moindre que celle des vins de vendange et la diminution de cette intensité, souvent très grande, varie de 50 à 75 pour 100 [1].

» Cependant, ce n'est pas aux essais qui précèdent que j'ai cru devoir borner mes recherches, et, après avoir constaté les différences qui existent entre les vins de marc et les vins de vendange, j'ai été amené à examiner s'il serait possible de faire disparaître ces différences, en laissant les premiers séjourner sous le chapeau.

» Des vins semblables à ceux qui viennent d'être étudiés ont été préparés ; mais, au lieu de les décuver aussitôt la fermentation achevée, je les ai abandonnés, sous le chapeau, jusqu'au commencement de mars, c'est-à-dire pendant quatre mois. Décuvés alors et analysés, ces vins ont offert la composition suivante :

	Alcool en volume.	Extrait dans le vide, à froid.	Crème de tartre.	Tannin et matière colorante.	Coloration comparée à celles du vin de la vendange.
	cc	gr	gr	gr	
Bordeaux (La Barde).........	105	18,60	1,050	1,090	16,1
Bordeaux (Cautenac)..........	105	16,20	1,055	0,510	6,0
Bourgogne (Épineuil)..........	104	17,00	1,020	0,520	14,3
Cher (Montrichard)...........	109	14,40	1,200	0,310	45,0
Hérault (Capestang)...........	104	13,40	1,110	0,450	27,7
Isère (Tullein)..............	101	16,80	1,640	1,070	37,7

» Si l'on compare les nombres ci-dessus aux nombres fournis par l'analyse des mêmes vins décuvés aussitôt après fermentation, on reconnaît que le résultat obtenu par un séjour prolongé du vin au contact du marc est tout autre qu'on aurait pu le prévoir, et qu'au lieu de s'enrichir le vin s'est, au contraire, appauvri, en abandonnant peu à peu à ce marc une partie du tartre, du tannin, de la matière colorante qui, d'abord, étaient entrés en dissolution; d'où il résulte que la fabrication du vin de marc n'a aucun intérêt à prolonger la cuvaison au delà des limites ordinaires.

» Je me suis demandé également s'il serait possible d'améliorer ces vins, en augmentant la proportion du marc par rapport à celle de l'eau

---

[1] J'ai, depuis, soumis à l'analyse un certain nombre de vins de marc produits par divers propriétaires ou vignerons; leur composition s'est toujours montrée comprise dans les limites que m'a conduit à indiquer l'étude des vins que j'avais préparés.

sucrée. Dans ce but, avec trois des marcs que j'avais à ma disposition, j'ai préparé des vins dans lesquels la proportion de marc, double de celle habituellement employée, s'élevait à 500gr par litre d'eau sucrée; voici le résultat de l'analyse de ces vins :

	Alcool en volume.	Extrait dans le vide, à froid.	Crème de tartre.	Tannin et matière colorante.	Colorations comparées à celle du vin de la vendange.
	cc	gr	gr	gr	
Bordeaux (La Barde).............	97	18,50	2,130	1,330	»
» décuvé après quatre mois...	99	19,10	1,130	»	»
Bourgogne (Epineuil)........	105	16,20	1,508	0,878	35,7
» décuvé après quatre mois...	102	17,00	0,923	0,611	29,6
Hérault (Capestang)..............	110	15,80	1,985	1,080	74,0
» décuvé après quatre mois...	110	14,80	1,130	0,540	24,4

» De ces analyses, il est permis de conclure que, sans doute, en doublant la proportion de marc habituellement employée, on réalise, surtout pour les vins naturellement peu colorés, un gain sensible en tannin et en matière colorante, mais que ce gain n'influe pas d'une manière sérieuse sur l'ensemble des substances fixes contenues dans le vin, et n'est pas tel, en somme, qu'il y ait avantage à modifier les proportions de marc et d'eau sucrée habituellement employées.

» Il est cependant un cas dans lequel le vigneron semble devoir retirer d'une modification de ce genre un bénéfice notable; ce cas est celui où, le vin de vendange ayant été obtenu à l'aide de raisin égrappé, il ajoute au marc, avant de le recouvrir d'eau sucrée, les rafles mises en réserve au moment de l'égrappage. En opérant de cette façon sur un marc du Bordelais mélangé de moitié de son poids de rafle, j'ai vu, comme le montre le Tableau ci-dessous, la proportion de tannin augmenter dans une large mesure, et s'élever au même chiffre que dans le vin de la vendange :

	Alcool en volume.	Extrait dans le vide à froid.	Crème de tartre.	Tannin et mat. color.	Coloration comp. à celle du vin de la vendange, pour 100.
Bordeaux (La Barde).............	98cc	20gr,30	1gr,93	3gr,55	25
» (décuvé après quatre mois).	90cc	18gr,80	1gr,19	2gr,07	15

» En résumé, les recherches, dont je viens d'indiquer les points principaux, établissent que les vins obtenus par la fermentation du sucre en pré-

sence des marcs de vendange ([1]), vins auxquels il convient, à mon avis, de donner le nom de *vins de marc*, ont une composition assez régulière pour qu'on puisse les considérer comme un produit commercial défini; que la composition de ces vins leur assigne des qualités alimentaires et hygiéniques équivalentes aux deux tiers, à la moitié, dans les cas les plus défavorables des qualités des vins ordinaires; que cette composition est telle, enfin, que, préparés avec soin à la richesse de 9 à 10 pour 100 d'alcool, ces vins de marc constituent une boisson éminemment utile et recommandable, dont le prix de revient ne dépasse pas actuellement 20^{fr} à 22^{fr} l'hectolitre, et s'abaisserait à 17^{fr} ou 18^{fr} s'il était possible de réduire, au grand bénéfice de notre agriculture, l'impôt du sucre à 25^{fr} les 100^{kg}. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les éthers du glycol* : $C^{22}H^{14}O^2$.
Note de M. G. **Rousseau**.

« Le glycol $C^{22}H^{14}O^2$, obtenu par l'action du chloroforme sur le β-naphtol ([2]), donne, lorsqu'on le chauffe avec les acides, une série d'éthers présentant d'intéressantes particularités.

» L'acide bromhydrique concentré le dissout à l'ébullition en se colorant en rouge foncé. Par refroidissement, on obtient de belles aiguilles d'un vert métallique, rappelant l'aspect de la fuchsine et auxquelles l'analyse assigne la composition

$$C^{22}H^{12}\left\{\begin{matrix}OH\\Br\end{matrix}\right. + HBr + 3H^2O.$$

» Ce composé se dissout à chaud dans l'acide acétique glacial, qui s'empare de l'eau et de l'acide bromhydrique de cristallisation, et laisse déposer des aiguilles d'un vert bronzé, contenant une molécule d'acide acétique de cristallisation

$$C^{22}H^{12}\left\{\begin{matrix}OH\\Br\end{matrix}\right. + C^2H^4O^2.$$

» Pour obtenir l'éther chlorhydrique, il faut chauffer l'acide chlorhy-

---

([1]) Je ne parle, en ce moment, que des vins obtenus par une première cuvaison du marc; ceux que quelques personnes conseillent de préparer en versant, à la suite de cette première cuvaison, de nouvelles quantités d'eau sucrée sur le résidu qu'elle a laissé, sont trop pauvres en produits caractéristiques du vin, notamment en tannin et en matières colorantes, pour que la fabrication, à mon avis du moins, en soit avantageuse dans les conditions actuelles.

([2]) Voir *Comptes rendus*, t. XCIV, p. 133, et t. XCV, p. 39.

drique et le glycol pendant quelques heures à 160°. On reprend le produit de la réaction par l'acide chlorhydrique étendu et bouillant; les cristaux qui se séparent ressemblent à l'acide chromique, ils ont une composition analogue à celle de la bromhydrine

$$C^{22}H^{22}\left\{\begin{matrix}OH\\Cl\end{matrix}\right. + HCl + 3H^2O.$$

» Redissous dans l'acide acétique, ils donnent de même la combinaison

$$C^{22}H^{12}\left\{\begin{matrix}OH\\Cl\end{matrix}\right. + C^2H^4O^2.$$

» L'action de l'acide iodhydrique donne lieu à un phénomène remarquable : un seul des oxhydryles est éliminé, et 2^{at} d'iode se portent sur la molécule pour donner un composé saturé $C^{22}H^{12}I^2\left\{\begin{matrix}OH\\I\end{matrix}\right.$.

» Le même dérivé s'obtient encore par l'action de l'acide iodhydrique à 160° sur l'éther proprement dit du glycol $C^{22}H^{12}O$.

» Ce biiodure d'éther iodhydrique est une poudre cristalline d'un brun verdâtre, peu soluble dans la plupart des dissolvants. Il présente une remarquable stabilité, et ne se décompose qu'au-dessus de 100°.

» L'action du brome sur le glycol, en solution dans le sulfure de carbone, donne un dérivé analogue au précédent, contenant 3^{at} de brome. C'est un bibromure de l'éther bromhydrique.

» Cette curieuse réaction s'explique facilement d'après les travaux de MM. Carl Hell et Fr. Urich (¹). Ces savants ont montré que l'action du brome en présence du sulfure de carbone permet de caractériser d'une façon certaine les alcools tertiaires.

» Tandis qu'avec les alcools primaires et secondaires on n'obtient ainsi que des aldéhydes substitués ou des acétones, les alcools tertiaires donnent toujours les éthers bromhydriques correspondants.

» La réaction se passe probablement en deux phases.

» Il se forme d'abord de la bromhydrine, d'après l'équation

$$C^{22}H^{12}(OH)^2 + 2Br = C^{22}H^{12}Br(OH) + HBr + O.$$

» L'oxygène se porte sur le sulfure de carbone pour donner de l'acide sulfurique. En présence de l'excès de brome, l'éther bromhydrique formé

(¹) *Berichte der deutsch. chemisch. Gesellschaft*, t. XV, p. 1249.

tout d'abord, se sature, à la façon des composés incomplets, pour donner le composé

$$\begin{matrix} C^{10}H^{6} - CBrBr \\ | \qquad\quad | \\ C^{10}H^{6} - CBrOH \end{matrix}$$

» Comme contrôle de cette hypothèse, j'ai ajouté du brome à la solution de la bromhydrine dans l'acide acétique, et j'ai vu se former aussitôt un précipité présentant la composition, et les propriété du dérivé tribromé.

» Il résulte de là que l'alcool fondamental est un *glycol tertiaire non saturé.*

» Avec l'acide sulfurique, il donne un éther monosulfurique qui, redissous dans l'acide générateur étendu de son demi-volume d'eau, cristallise en lamelles mordorées, ayant pour composition

$$C^{22}H^{12}\left\{\begin{matrix} OH \\ SO^{3}H \end{matrix}\right. + SO^{4}H^{2} + H^{2}O.$$

» L'acide nitrique donne une résine qui paraît être l'éther mononitrique, en même temps que de belles aiguilles rouges, fusibles à 190°, qui constituent l'éther dinitrique

$$C^{22}H^{12}\left\{\begin{matrix} OAzO^{2} \\ OAzO^{2} \end{matrix}\right. .$$

» On a vu précédemment que l'acide acétique anhydre fournit un éther diacétique $C^{22}H^{12}O^{2}(C^{2}H^{3}O)^{2}$.

» Tous ces éthers, à l'exception toutefois de l'éther iodhydrique et de l'éther acétique, subissent une singulière transformation sous l'action de l'alcool bouillant. Ils s'y dissolvent d'abord en le colorant en rouge foncé; puis, après quelques minutes d'ébullition, la liqueur se décolore rapidement : il s'y sépare bientôt un magma cristallin d'éther proprement dit du glycol $C^{22}H^{12}O$.

» On voit par là quelle stabilité possède cet éther et quelle tendance ont tous les dérivés du glycol à le reproduire. On peut classer les nombreuses réactions qui lui donnent naissance en quatre groupes bien distincts :

» 1° Action des déshydratants sur le glycol primitif;

» 2° Action de l'alcool sur les éthers du glycol;

» 3° Action ménagée des réducteurs sur les éthers simples du glycol.

» En faisant réagir le zinc et l'acide acétique sur la bromhydrine, on

peut à volonté, suivant la durée de la réaction et les proportions du réducteur, obtenir soit l'alcool monoatomique $C^{22}H^{14}O$, soit l'éther $C^{22}H^{12}O$.

» 4° Enfin, l'éther $C^{22}H^{12}O$ se forme encore, en petites quantités, dans la réaction du chloroforme sur le β-naphtol.

» Soumis à l'action de la potasse alcoolique, les éthers simples du glycol se transforment tous en un composé fusible à 144°, qui n'est autre chose que l'éther éthylique $C^{22}H^{12}\left\{\begin{matrix}OH\\OC^2H^5\end{matrix}\right.$.

» Cette réaction rappelle la formation, dans les mêmes conditions, de l'éther propargyléthylique, à l'aide de différents dérivés chlorés et bromés de la série allylique (¹). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation de l'éther acétylcyanacétique et de quelques-uns de ses dérivés métalliques.* Note de MM. **A. Haller** et **A. Held**, présentée par M. Wurtz.

« L'éther acétylacétique, qui a servi comme point de départ, a été préparé en suivant la méthode indiquée par M. Wislicenus. Seulement, au lieu d'effectuer les dernières rectifications à la pression ordinaire, on a opéré dans le vide. 65gr de cet éther, étendu du même poids d'alcool absolu, furent traités par 10gr de sodium divisés en petits fragments. Quand tout le sodium eut disparu et que la liqueur eut pris une teinte ambrée, on fit passer dans la solution un courant de chlorure de cyanogène pur et sec. Le mélange s'épaissit et s'échauffe. On modère la réaction en refroidissant le ballon. Peu à peu la liqueur se trouble, prend une consistance sirupeuse et devient d'un blanc légèrement jaunâtre. On arrête l'action du chlorure de cyanogène dès qu'on perçoit l'odeur pénétrante de ce gaz. On peut aussi s'assurer de la saturation complète en essayant une goutte du liquide au moyen du papier de tournesol rouge. Cette saturation s'obtient au bout d'une demi-heure environ. Le produit de la réaction est ensuite étendu de son volume d'eau distillée, qui dissout le tout en un liquide franchement acide, puis neutralisé avec du carbonate de soude. Après avoir agité avec de l'éther pour enlever l'éther acétylacétique non attaqué, on acidule le liquide aqueux soutiré avec de l'acide sulfurique étendu, et on l'agite de nouveau avec de l'éther. Celui-ci, décanté et éva-

---

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de Chimie de la Sorbonne.

poré, laisse un liquide d'un jaune-orange à réaction très acide. Abandonné sous une cloche à dessiccation, ce liquide finit par se prendre en une masse de cristaux baignés d'un produit rougeâtre. Pour obtenir le corps à l'état pur, on a dû le distiller dans le vide. Le rendement moyen a été de 35gr d'éther acétylcyanacétique cristallisé et pur par 65gr d'éther acétylacétique employé.

» L'éther acétylcyanacétique ainsi préparé constitue à l'état solide une masse cristalline blanche formée de petits cristaux enchevêtrés, d'une odeur fraîche, d'une saveur brûlante, et possédant une réaction acide très prononcée. Il fond, à 26°, en un liquide incolore, limpide, se solidifiant difficilement. Il peut rester en surfusion jusqu'à 15° au-dessous de zéro. Sa densité à l'état liquide est de 1,102 à 19°. Les solutions alcooliques n'exercent aucune action sur la lumière polarisée. Il est peu soluble dans l'eau, soluble en toutes proportions dans l'alcool, déliquescent dans les vapeurs d'éther, de chloroforme, de sulfure de carbone et de benzine.

» L'analyse de ce corps desséché dans le vide a donné les résultats suivants :

	Matière.		Trouvé.		
I.	0,4029	AzH^3	0,0442		
II.	0,4804	CO^2	0,9549	H^2O	0,273
III.	0,1733	CO^2	0,343	H^2O	0,0946

ce qui donne en centièmes :

	Trouvé. I.	Trouvé. II.	Calculé pour $C^7H^9AzO^3$.
C	54,21	53,97	54,19
H	6,3	6,06	5,80
Az	9,03	9,03	9,03
O	30,19	30,67	31,43

» La composition de ce corps est celle d'un éther acétylcyanacétique formé en vertu de la réaction

$$CH^3\text{-}CO\text{-}CHNa\text{-}COOC^2H^5 + ClCAz = NaCl + CH^3\text{-}CO\text{-}CH\begin{cases}CAz\\ COOC^2H^5.\end{cases}$$

» Si, au lieu de chlorure de cyanogène, on emploie dans cette préparation du cyanogène, on obtient également ce composé ; seulement sa formation est accompagnée de celle d'une matière poisseuse et noirâtre dont il est difficile de le séparer. De plus, le rendement est de beaucoup inférieur.

» Comme son analogue, l'éther cyanomalonique, ce corps a une réac-

tion acide et est susceptible de fournir des dérivés méta lliques parfaitement cristallisés. Nous en décrirons quelques-uns plus loin.

» *Action de la potasse sur l'éther acétylcyanacétique.* — Si l'on fait bouillir pendant quelque temps cet éther avec un excès de potasse, il se dégage de l'ammoniaque et de l'alcool, et il reste dans le ballon de l'acétate de potasse. Le décomposition a donc lieu suivant l'équation

$$CH^3\text{-}CO\text{-}CH\langle^{CAz}_{COOC^2H^5} + 4KHO$$
$$= AzH^3 + CO^3K^2 + C^2H^6O + 2C^2H^3KO^2 + 2H^2O.$$

» Il est probable que dans cette réaction il se forme d'abord de l'acétate et du malonate de potassium; mais ce dernier, subissant l'action ultérieure de l'alcali, se décompose en carbonate et acétate de potassium. Nous reviendrons du reste sur cette réaction et éviterons d'employer un trop grand excès de potasse

» La décomposition, sous l'influence de l'acide chlorhydrique, en tubes scellés, est la même.

» *Sel de sodium:* $CH^3\text{-}CO\text{-}CNa\langle^{CAz}_{COOC^2H^5}$. — Ce sel s'obtient en saturant l'éther acétylcyanacétique dissous dans l'alcool étendu par une solution de carbonate de soude. La liqueur est évaporée à siccité et le résidu repris par l'alcool concentré. La solution alcoolique abandonnée à elle-même fournit le sel sous la forme de fines aiguilles longues, soyeuses et d'un éclat nacré. Elles sont groupées, soit en faisceaux, soit en houppes assez volumineuses. Ces cristaux sont anhydres et solubles en toutes proportions dans l'eau et dans l'alcool.

» Le *sel de calcium,* $(C^7H^8AzO^3)^2Ca + 2H^2O$, se prépare par action directe d'une solution alcoolique d'éther acétylcyanacétique sur le carbonate de calcium. La solution chauffée et filtrée abandonne par refroidissement des cristaux blancs dérivant d'un prisme clinorhombique de 105°32'. Ce sel est peu soluble à froid dans l'eau, assez soluble dans l'eau bouillante et très soluble dans l'alcool. Chauffé à 140°, il perd deux molécules d'eau de cristallisation, et se décompose au delà de cette température.

» L'un de nous se propose de continuer l'étude de ce corps, et en prépare les dérivés méthylés, éthylés, acétylés, bromés, etc. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les conditions de formation des rosanilines.* Note de MM. **A. Rosenstiehl** et **M. Gerber**, présentée par M. Friedel. (Extrait.)

« 1. Au point de vue de leur aptitude à engendrer les rosanilines, on peut diviser les alcaloïdes que nous avons étudiés en trois classes.

» Dans la première nous rangeons la *paratoluidine*, l'*α-métaxylidine*, *la mésidine*.

» Ces alcaloïdes, chauffés, soit seuls, soit deux à deux, avec l'acide arsénique, ne fournissent aucune trace de matière colorante rouge; mais, mélangés avec les alcaloïdes de la seconde classe, ils en produisent dans les conditions normales de la fabrication industrielle.

» Il est à remarquer que ces trois alcaloïdes possèdent tous un groupe CH^3 qui jouit des propriétés des paradérivés. C'est ce groupe qui fournit le carbone nécessaire pour unir les trois résidus d'amines aromatiques et engendrer le groupement caractéristique du triphénylméthane dont dérivent les rosanilines, ainsi que MM. E. et O. Fischer l'ont démontré.

» 2. Dans la deuxième classe nous rangeons : l'*aniline*, l'*orthotoluidine* et la *γ-métaxylidine*. Ces alcaloïdes, soit seuls, soit mélangés entre eux, ne produisent pas de fuchsine quand on les chauffe avec l'acide arsénique.

» Toutefois nous devons faire une exception pour l'orthotoluidine, qui ne donne pas des résultats aussi concluants que les autres amines de cette classe. L'un de nous a montré, il y a déjà douze ans, que cet alcaloïde engendrait, soit seul, soit mélangé d'aniline, un corps analogue à la fuchsine, mais en quantité moindre que ses congénères. Ce fait étant en contradiction avec les conséquences des travaux de MM. E. et O. Fischer, nous avons répété ces anciennes expériences, en y apportant tous les moyens que mettaient à notre disposition et les progrès accomplis depuis cette époque et les ressources d'une grande usine.

» Quelque soin que nous ayons mis à purifier l'orthotoluidine, nous avons toujours obtenu des quantités appréciables de fuchsine, alors même que l'alcaloïde avait été traité à plusieurs reprises avec l'acide arsénique, et avait produit du rouge à chaque traitement.

» On peut conclure de ces expériences, ou bien que l'orthotoluidine retient avec une opiniâtreté remarquable de petites quantités de paratoluidine ou d'α-métaxylidine, et que l'action de l'acide arsénique est le moyen le plus sensible pour déceler la présence de ces corps, ou bien qu'à

la température élevée à laquelle on est obligé d'opérer, il se produit des transpositions intramoléculaires partielles.

» Nous pensons avoir épuisé les moyens que la Chimie met actuellement à notre disposition pour purifier l'orthotoluidine, et nous croyons que, pour le moment, on ne peut guère aller plus loin.

» Malgré ces résultats, nous n'hésitons pas à ranger cet alcaloïde dans la deuxième catégorie, à cause des rendements inférieurs qui attestent une réaction chimique plus compliquée.

» 3. Dans une troisième classe, nous rangeons les amines, qui ne produisent de fuchsine, ni seuls, ni en mélange avec les alcaloïdes des deux classes précédentes. Telles sont la *métatoluidine* et la *xylidine symétrique*.

» 4. En résumé, nous connaissons aujourd'hui au moins six rosanilines différentes, isomériques ou homologues, et nous confirmons les conclusions qui ressortent des travaux de MM. E. et O. Fischer, d'après lesquelles le concours d'un alcaloïde de la classe des paradérivés est absolument nécessaire pour produire la fuchsine dans les conditions normales de la fabrication industrielle. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur un nouvel emploi de l'électrolyse dans la teinture et dans l'impression.* Note de M. Fr. Goppelsrœder. (Extrait.)

« Depuis mes Communications antérieures sur la formation des matières colorantes à l'aide de l'électrolyse, j'ai obtenu de nouveaux résultats [1].

» I. Pour produire, par exemple, le noir d'aniline sur des tissus ou sur du papier, je les imprègne de la solution aqueuse d'un sel d'aniline : jusqu'à présent, j'ai donné la préférence au chlorhydrate. Je les place sur une plaque métallique non attaquable, qui est en contact avec l'un des pôles de la batterie galvanique ou d'une petite machine dynamo-électrique. Je place, sur le tissu ou sur le papier, une seconde planche métallique, qui porte en relief le dessin ou l'écriture à reproduire et qui est en contact avec l'autre pôle. En donnant la pression nécessaire et en faisant passer le courant, on obtient la copie du dessin en noir. J'ai également reproduit des médailles et des monnaies. De plus, on peut facilement écrire avec un crayon en métal non attaquable ou un charbon conducteur, formant l'un des pôles,

[1] J'ai adressé divers échantillons dans deux plis cachetés déposés à la Société industrielle de Mulhouse, le 29 mars et le 21 avril 1882.

sur le tissu ou le papier imprégné de la solution du sel d'aniline et placé sur une plaque métallique qui forme l'autre pôle. Partout où le crayon, sous une légère pression, touche le tissu ou le papier, le courant passe : il y a développement de noir qui se fixe sur la fibre, avec la même solidité que le noir développé par les méthodes ordinaires.

» Cette méthode pourra être employée, dans les fabriques, pour marquer les pièces d'une couleur solide, noire ou autre, et résistant aux opérations du blanchiment, de la teinture et de l'impression. On pourrait aussi en tirer parti dans le commerce et dans les douanes, pour timbrer sans couleur, à l'aide du courant et du sel d'aniline ([1]).

» Je me suis borné à citer la formation et la fixation simultanées du noir d'aniline; je pourrais tout aussi bien parler de tout autre colorant capable de se former aussi facilement que le noir d'aniline par déshydrogénation ou oxydation, et de se fixer sur les fibres.

» II. Le même mode opératoire peut servir pour le rongeage des couleurs fixées sur tissu, par exemple du rouge turc ou du bleu d'indigo. On imprègne le tissu coloré d'une solution de nitrates, comme le salpêtre, ou de chlorures, tels que le chlorure de sodium ou d'aluminium. Au pôle positif, il se produit de l'acide nitrique ou du chlore, qui attaquent la couleur en la changeant en produits d'oxydation incolores, en sorte que les points du tissu qui sont en contact avec le relief de la seconde plaque sont décolorés. On obtient un enlevage blanc sur fond uni.

» En choisissant des sels dont les bases peuvent jouer le rôle de mordants, on pourra ensuite, par un bain de teinture, produire de nouvelles couleurs aux endroits rongés. Il est possible aussi que certains oxydes rendus libres par l'action du courant, des oxydes supérieurs et colorés formés par l'action du courant, se fixent sur le tissu en lui communiquant leur couleur. J'espère pouvoir faire bientôt connaître les réactions des différents sels en présence des fibres, sous l'action du courant, et des couleurs et mordants auxquels elles peuvent donner lieu.

» Mais il y a encore une autre manière de ronger, de former et de fixer

---

([1]) J'ai étudié l'épaississant qu'il faut ajouter à la solution qui doit engendrer la couleur, pour que le dessin ou l'écriture soient de la plus grande netteté et sans le moindre coulage. Jusqu'à présent la gomme adragante, la colle de poisson, la gélatine et l'empois d'amidon m'ont donné les meilleurs résultats. J'étudie de même l'influence de la température, de la concentration et de la réaction du liquide électrolyte, de la pression et de la force du courant, ainsi que d'autres points dont je ne puis encore donner le détail.

des couleurs simultanément. Si l'on a imprégné le tissu (rouge turc ou bleu indigo) avec du chlorhydrate d'aniline, il y aura, au moment du passage du courant, non seulement enlevage de la couleur, mais en même temps formation de noir.

» III. J'arrive maintenant à l'indication de quelques cas où l'électrode *négative* joue le rôle principal.

» On peut empêcher l'oxydation des couleurs pendant leur impression, en plongeant, par exemple, dans la bassine du rouleau qui contient la couleur à imprimer, l'électrode négative d'une pile ou d'une petite machine dynamo-électrique, et en mettant en communication le contenu de ce bassin principal avec un second bassin secondaire et très petit, qui contient la même couleur ou bien un liquide conducteur quelconque, et dans lequel plonge l'électrode positive. La communication peut se faire, soit par une paroi en papier parchemin, soit par une paroi en argile poreuse ou par un simple tuyau. C'est l'hydrogène dégagé au pôle négatif, au sein de la couleur à imprimer, qui empêche l'oxydation.

» Il y a possibilité de précipiter sur les fibres des métaux lourds et nobles, dont plusieurs ont depuis longtemps trouvé leur emploi comme couleurs dans l'impression. On n'a qu'à imprégner le tissu de la solution suffisamment épaissie d'un sel de l'un de ces métaux, et à faire agir l'électrode négative, pour précipiter le métal sur la fibre.

» IV. Enfin on peut employer le courant pour la préparation des cuves d'indigo, de noir d'aniline, etc., en profitant de l'hydrogène qui naît au pôle négatif. On arrive ainsi à la réduction du colorant, tout aussi bien que par l'action des moyens réducteurs usuels. Lorsque les cuves sont préparées, on empêchera le mieux leur oxydation en faisant agir sur elles l'électrode négative d'un faible courant continu. Seulement, il faut une séparation aussi parfaite que possible des deux électrodes, ce qui ne comporte d'ailleurs aucune difficulté.

» J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie quelques échantillons obtenus par les procédés indiqués. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la formation et la décomposition de l'acétanilide.* Note de M. N. Menschutkin, présentée par M. Wurtz.

« L'acétanilide se forme au moyen de l'aniline et de l'acide acétique, suivant l'équation

$$C^6H^5H^2Az + C^2H^4O^2 = C^6H^5(C^2H^3O)HAz + H^2O.$$

» J'ai entrepris de faire l'étude de cette réaction à l'aide de la même méthode qui m'a servi dans mes recherches sur l'influence de l'isomérie des alcools et des acides sur la formation des éthers. Les mélanges d'aniline et d'acide acétique, en quantités moléculaires, furent chauffés dans des ampoules scellées, à une température constante, dans un bain de glycérine, pendant un temps déterminé, et analysés. Le dosage de l'acétate d'aniline non transformé en acétanilide fut exécuté en dosant volumétriquement l'acide acétique par de l'eau de baryte en présence de phénolphtaléine. Je publierai ailleurs les détails de ces expériences, qui montrent que la baryte déplace complètement l'aniline de ses sels; la première goutte de l'eau de baryte en excès produit la coloration alcaline de la phénolphtaléine, l'aniline ne donnant pas une coloration pareille.

» 1. Commençons par prendre connaissance de la répartition de la vitesse avec laquelle se forme l'acétanilide à 155° par la réaction de quantités moléculaires d'aniline et d'acide acétique. Voici les quantités centésimales de ces substances, transformées en acétanilide dans les temps indiqués :

1h.	2h.	4h.	8h.	24h.	48h.	120h.
58,28	65,86	73,61	77,30	79,17	79,77	79,68

» C'est dans la première heure qu'il se forme le plus d'acétanilide, puis l'action se ralentit considérablement et, au bout de vingt-quatre heures, devient nulle. La représentation graphique de ces résultats donnerait une courbe de la même forme que celle qui représente la formation des éthers en partant de l'alcool et de l'acide. La grandeur de la vitesse initiale absolue (vitesse à la fin de la première heure) m'a décidé à faire une étude plus détaillée de la formation de l'acétanilide pendant la première heure. Les résultats obtenus sont les suivants :

1m.	2m.	3m.	4m.	5m.	10m.	15m.	30m.	45m.
1,84	4,85	7,77	10,14	12,30	25,36	34,71	47,70	51,76

» La répartition de la vitesse de la formation de l'acétanilide reste la même : c'est dans les premières unités de temps que la formation est la plus grande. Par exemple, dans la première demi-heure il se forme 47,70 pour 100 d'anilide, et dans la seconde demi-heure 10,58 pour 100; dans les premières 15^m, la formation est de 34,71 pour 100, tandis qu'elle n'est que de 13,99 pour 100 entre 15^m et 30^m. En continuant la comparaison, on pourrait s'attendre à trouver pendant la première minute la formation relativement la plus grande de l'acétanilide. Mais tel n'est pas le cas : c'est la deuxième et la troisième minute qui montrent ce maximum. On re-

marque ici une accélération initiale, fait observé pour la première fois par MM. Berthelot et Péan de Saint-Gilles dans quelques-unes de leurs expériences sur la formation des éthers.

» Les expériences mentionnées peuvent servir de type à celles faites à des températures différentes. La répartition de la vitesse de la formation de l'acétanilide dans tous les cas offre le même tableau. Je me borne à donner quelques indications sur l'influence de la température sur la vitesse de la formation de l'anilide. L'action de l'acide acétique sur l'aniline commence dès la température ordinaire : pendant 137 jours, 43,77 pour 100 d'aniline et d'acide acétique furent transformés en acétanilide. L'influence de la température sur la vitesse de la formation de l'anilide peut être montrée par les comparaisons suivantes. Pour former 12,30 pour 100 d'anilide à 155°, il ne faut que cinq minutes; quinze minutes sont nécessaires à 125°; presque une heure à 100° et trente et un jours à la température ambiante. D'autre part, pendant une heure, il se forme à 100° 14,25 pour 100; à 125°, 33,19 pour 100; enfin à 155° 58,28 pour 100.

» Les vitesses de formation de l'acétanilide à diverses températures sont considérablement plus grandes que les plus grandes vitesses de formation des éthers, toutes conditions égales d'ailleurs.

» 2. La formation de l'acétanilide est limitée par la réaction inverse, sa décomposition par l'eau. L'existence de la limite se déclare nettement dans les expériences citées plus haut. Contrairement à ce que MM. Berthelot et Péan de Saint-Gilles ont trouvé pour les éthers, la limite de la formation de l'acétanilide varie avec la température. Voici les limites moyennes, déduites d'expériences très concordantes :

	Limite pour 100.
A 100°	85,05
A 125	83,11
A 135	82,39
A 145	81,22
A 155	79,68

» Pour les éthers, les deux réactions antagonistes, la formation et la décomposition, montrent les mêmes changements avec le changement de la température, et la limite reste constante. La température influe différemment sur la formation d'acétanilide et sur sa décomposition; c'est la décomposition de l'acétanilide par l'eau qui augmente relativement plus que

la formation de ce composé, et la limite s'abaisse quand la température s'élève.

» 3. La décomposition de l'acétanilide par l'eau ne pouvait être étudiée, à cause de l'action de la dernière, même en présence de $\frac{1}{1000}$ d'acide acétique, sur le verre. De quelques dizaines d'ampoules, deux seulement n'étaient pas brisées en chauffant. La limite fut trouvée de 80,25 et de 80,43 pour 100 (température 155°). Les difficultés de l'expérience, ainsi que leur moindre exactitude, expliquent la divergence de ces chiffres avec ceux obtenus par l'action de l'acide acétique sur l'aniline.

» 4. Il me reste à exposer les résultats de recherches sur l'influence de la masse chimique de l'aniline et de l'acide acétique sur la formation de l'acétanilide.

» Première série. — *Excès d'aniline.* Les chiffres représentent les quantités centésimales d'acide acétique transformées en acétanilide à la température de 155°.

Nombre de molécules d'aniline pour une d'acide acétique.	15^m.	1^h.	24^h.	Limites.
1	34,71	58,28	79,17	79,68
2	28,71	57,96	91,40	91,65
3	23,45	57,59	94,18	94,61
4	»	52,43	92,53	96,17
8	17,13	43,60	86,23	97,22

» Les limites deviennent plus élevées à mesure que l'excès d'aniline augmente; mais, de même que pour les éthers, la réaction reste toujours limitée et ne devient pas totale. Le fait le plus saillant de ce Tableau est la diminution de la formation de l'acétanilide quand l'aniline agit en excès. On remarque cette diminution dans les trois colonnes : dans la première elle se fait sentir plus tôt que dans la troisième. Pour le mélange en quantités équimoléculaires on arrive, après vingt-quatre heures de chauffe, à la limite; le mélange contenant 8^{mol} d'aniline pour une d'acide acétique demande un temps plus long pour arriver à la limite. Ainsi l'excès d'aniline agit comme le ferait un corps indifférent, ne prenant aucune part à la réaction, d'après les expériences de MM. Berthelot et Péan de Saint-Gilles sur les éthers. Cette action ralentissante est spécifique pour l'aniline, car l'excès de l'acide acétique ne montre rien de pareil.

» Deuxième série. — *Excès d'acide acétique.* Les chiffres représentent

les quantités centésimales d'aniline, transformées en acétanilide à la température de 155° :

Nombre de molécules d'acide acétique pour une d'aniline.	15m.	1h.	24h.	Limites.
1	34,71	58,28	79,17	79,68
2	57,30	91,38	94,60	96,88
4	78,08	96,64	98,12	99,80

» Les vitesses, ainsi que les limites, s'élèvent régulièrement. La réaction devient totale à l'action de 4mol d'acide acétique.

» En terminant, je crois devoir prendre date pour appliquer le même mode de dosage, que celui indiqué plus haut pour les sels d'aniline, pour l'étude des amides substituées avec d'autres bases, qui ne présentent pas la réaction alcaline, telles que, par exemple, la toluidine, la diphénylamine, la quinoléine, la pyridine, etc., ainsi que leurs dérivés. La même méthode est appliquée à l'étude des déplacements mutuels des bases dans des systèmes homogènes liquides et à la température ordinaire. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les produits de la distillation de la colophane.* Note de M. **Ad. Renard**, présentée par M. Wurtz.

« Dans une Note précédente, j'avais indiqué la présence, dans les essences de résine, d'un carbure $C^{10}H^{18}$, bouillant vers 150°, inattaquable par l'acide sulfurique ordinaire. En opérant sur de nouvelles essences, j'ai dû reconnaître que la composition de ce corps n'était pas constante et qu'il était constitué par un mélange d'un carbure C^9H^{18} avec une petite quantité d'un carbure de la série aromatique. Ces faits m'ont du reste été confirmés par la présence, dans les mêmes essences, de ses deux homologues inférieurs C^8H^{16} et C^7H^{14}, dont l'étude fait l'objet de la Note que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie.

» En soumettant à l'action de l'acide sulfurique ordinaire toute la série de carbures bruts distillant de 90° à 160°, en ayant soin d'employer, pour les derniers traitements, un volume d'acide au moins égal à celui des carbures et de distiller de temps à autre les portions surnageant l'acide, afin d'éliminer les produits polymérisés, on obtient une huile légère, complètement inattaquable par l'acide sulfurique ordinaire, qui, lavée à la soude et soumise à quelques distillations fractionnées, se scinde très nettement en trois produits bouillant l'un vers 96°, l'autre vers 120° et le troisième

vers 150°, constitués par des mélanges d'un carbure de la série C^nH^{2n} avec une petite quantité d'un carbure aromatique.

» La portion bouillant vers 96° est formée d'un carbure C^7H^{14} et de toluène, que l'on peut séparer en traitant à froid leur mélange à deux ou trois reprises par $\frac{1}{5}$ environ de son volume d'acide sulfurique fumant. La liqueur acide, étendue d'eau et saturée par du carbonate de baryum, fournit alors, à l'évaporation, des cristaux de toluénylsulfite de baryum $(C^7H^7SO^3)^2Ba + 2H^2O$. Le carbure résultant de ce traitement est alors inattaquable par ce même acide : si l'on chauffe, il se dégage un peu d'acide sulfureux, mais l'acide soutiré, étendu d'eau, abandonne alors une matière résineuse noire insoluble, et la liqueur saturée par du carbonate de baryum ne donne plus, par évaporation, de cristaux du sel sulfoné précédent. Lavé à la soude, rectifié sur du sodium et fractionné de nouveau, ce carbure a donné à l'analyse les résultats suivants :

		C^7H^{14} exige
C..............	85,48	85,71
H..............	14,17	14,28

qui conduisent à la formule C^7H^{14}, confirmée par sa densité de vapeur, trouvée égale à 3,48 (théorie : 3,44).

» Il bout à 95°-98°. Sa densité à $+20° = 0,742$. Il est soluble dans l'alcool et l'éther. L'acide chlorhydrique gazeux est sans action sur lui. Il n'agit pas sur la lumière polarisée. A la lumière diffuse, le brome s'y dissout sans donner de produits d'addition, et la liqueur reste colorée en rouge; mais, si on l'expose au soleil, elle se décolore et il se dégage de l'acide bromhydrique. L'acide nitrique de densité 1,36 est à peu près sans action sur lui, même à l'ébullition; mais, avec l'acide nitrique fumant, l'action est assez vive, il se dégage d'abondantes vapeurs rutilantes, et il se forme divers produits que je me propose d'examiner.

» La seconde portion d'essence, inattaquable par l'acide sulfurique ordinaire et bouillant vers 120°, est formée également par un mélange d'un carbure C^8H^{16} et de xylène. Traitée comme précédemment par l'acide sulfurique fumant, elle abandonne à ce dernier le xylène à l'état d'acide xylénylsulfureux, que l'on a pu isoler à l'état de sel de baryum, répondant à la formule $(C^8H^9SO^3)^2Ba + 2H^2O$. Quant au carbure résultant de ce traitement, il est alors à peu près complètement inattaquable par ce même acide, dans lequel on ne peut plus constater, après la réaction, la présence

d'aucun acide sulfoné. Lavé à la soude et rectifié à plusieurs reprises sur du sodium, il a donné à l'analyse les résultats suivants :

		C^8H^{16} exige
C	85,73	85,71
H	14,37	14,28

qui conduisent à la formule C^8H^{16}, confirmée par sa densité de vapeur, trouvée égale à 3,97 (théorie : 3,94).

» Il bout à 120°-123°. Sa densité à + 19° = 0,764. Ses propriétés sont les mêmes que celles du carbure précédent.

» Enfin la troisième portion d'essence inattaquable par l'acide sulfurique ordinaire est constituée par un carbure C^9H^{18} mélangé de xylène et de cumène, que l'on peut isoler par des traitements à l'acide sulfurique fumant, comme nous l'avons indiqué précédemment. Quant au carbure inattaquable par cet acide, lavé à la soude et rectifié sur du sodium, il a donné à l'analyse les résultats suivants :

		C^9H^{18} exige
C	85,3	85,71
H	14,4	14,28

qui conduisent à la formule C^9H^{18}, confirmée par sa densité de vapeur, trouvée égale à 4,48 (théorie : 4,43).

» Il bout à 147°-150°. Sa densité à + 20° = 0,787.

» Ses propriétés sont les mêmes que celles des deux carbures précédents. »

ZOOLOGIE. — *Sur le* Crenothrix Kühniana (*Rabenhorst*), *cause de l'infection des eaux de Lille.* Note de M. **Alf. Giard.**

« Depuis longtemps déjà, la couleur roussâtre, le mauvais goût et l'odeur désagréable que présentent par moments les eaux des sources d'Emmerin, qui alimentent la ville de Lille, sont un sujet de préoccupation pour la population de cette ville. Mais c'est surtout au printemps de cette année que l'infection a pris des proportions inquiétantes. Le 22 avril dernier, les eaux étaient absolument inutilisables dans certains quartiers ; à partir de cette époque, chaque pluie un peu abondante fut suivie d'une période d'infection plus ou moins longue et plus ou moins intense.

» Pendant ces périodes d'infection, les eaux charrient à leur surface des écumes d'un roux ferrugineux, faciles à recueillir en tendant des toiles au

travers du courant. Des dépôts ferrugineux se forment aussi dans les réservoirs et dans certaines parties des canaux de la distribution : leur abondance fut telle, à certains jours, que les chevaux de la Compagnie des tramways refusaient de boire l'eau qu'on leur présentait; l'examen micrographique nous révèla bientôt que la cause de l'infection était un Schizomycète, le *Crenothrix Kühniana*, Rabenhorst, dont les filaments se chargent, au contact de l'eau aérée, d'un précipité de sesquioxyde de fer, puis entrent en putréfaction et communiquent à l'eau une saveur des plus désagréables.

» Ce *Crenothrix* a déjà été signalé dans plusieurs localités, notamment à Halle, à Breslau et à Berlin. Il a été l'objet d'études sérieuses de la part des professeurs F. Cohn, O. Brefeld et W. Zopf.

» Nous avons peu de chose à ajouter aux observations de ces éminents botanistes. Nous devons dire toutefois que les microgonidies, formées dans les sporanges ou extrémités renflées des tubes de *Crenothrix*, par division tranversale des articles bacillaires qui constituent ces extrémités, sont animées pendant quelque temps d'un mouvement actif, dû à l'existence d'un flagellum. Ce flagellum n'est d'ailleurs visible qu'aux plus forts grossissements (objectif à immersion n° 12 de Hartnack).

» Les gonidies donnent ensuite naissance à une forme (*Merismopædia*) irrégulière, qui se transforme bientôt en une masse de *Zooglœa* analogue à une *Palmella*, puis finalement en tubes régulièrement cylindriques de diverses longueurs.

» La production figurée par Zopf (*Pl. II*, *fig.* 8) [1] sous le nom de forme *Palmella* se trouve aussi à Emmerin, sous les parois de l'aqueduc, et spécialement dans les points où le revêtement de ciment de Boulogne a été détaché par une cause quelconque. Je crois que cette végétation est distincte du *Crenothrix* : je la considère comme appartenant au genre *Ascococcus*. Des cultures prolongées m'ont prouvé en effet que ce Schizomycète donne naissance à de courts filaments moniliformes, analogues à ceux de l'*Ascococcus mesenteroides*, mais n'évoluant jamais en tubes de *Crenothrix*.

» Les causes qui ont amené le développement exagéré de *Crenothrix*, dans les eaux d'Emmerin, sont évidemment multiples. Le terrain était préparé par les déjections industrielles, et surtout par celles des distilleries, qui envoient en abondance des nitrates dans la couche aquifère, très superficielle en certains points. Les sources sont, en outre, dans le voisinage de marais et d'étangs, comme celles de Tegel, aux environs de Berlin.

---

(1) *Entwicklungsgeschichtliche Untersuchung über* Crenothrix polyspora; Berlin, 1879.

» L'hiver dernier ayant été relativement sec, un abaissement de 5^m environ s'est produit dans la nappe aquifère. Les pluies du printemps et du commencement de l'été ont relevé brusquement le niveau de cette nappe et entraîné les productions végétales ou les animaux qui s'étaient développés dans la terre humide.

» Tandis qu'à Lille le *Crenothrix* se trouvait ainsi amené en abondance dans les réservoirs d'Emmerin et les tuyaux de la canalisation, plusieurs puits à Tourcoing fournissaient des pelotes d'un beau ver Oligoclœte, le *Phreoryctes Menkeanus,* jusqu'à présent inconnu en France.

» Enfin une partie de l'aqueduc se trouve creusée dans la craie aquifère et l'on a cru inutile d'établir un radier dans cette partie; on a, de plus, percé des barbacanes pour augmenter, par des eaux de drainage, le débit des sources. Chaque fois que le cours des eaux est rendu plus rapide, il se produit, en ce point de la nappe aquifère, une véritable aspiration qui entraîne dans l'aqueduc les spores et les filaments du *Crenothrix,* qu'une filtration plus lente et plus complète aurait retenus dans le sol.

» Pour remédier à ce fléau, nous avons conseillé d'abord de faire disparaître cette dernière cause de contamination, à laquelle il est relativement facile de parer. Mais nous croyons que ce palliatif sera insuffisant, en présence de l'ensemencement de la canalisation par les spores innombrables du Schizomycète. Nous serons sans doute obligés de recourir à des filtres de sable, analogues à ceux qui ont été recommandés à Berlin par Zopf et Brefeld.

» Les villes qui établissent de nouvelles canalisations d'eau potables feront bien, pour éviter le *Crenothrix,* de prendre ces sources dans des couches profondes, d'éviter les eaux renfermant des sels d'oxydule de fer (nécessaires à la végétation de ce Schizomycète) et de préférer, aux eaux souterraines, les eaux plus aérées de lacs éloignés de tout établissement industriel. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Structure du système nerveux des Mollusques.* Note de M. **W. Vignal.**

« Dans une Communication [1] faite dernièrement sur la structure intime des fibres nerveuses des Mollusques, M. J. Chatin dit qu'il a observé parfois, autour du protoplasma qui entoure les fibrilles axiles des nerfs

---

(1) *Comptes rendus,* séance du 28 juin 1882.

des Lamellibranches, « une couche extérieure légèrement ombrée ; mais, « en admettant que cette zone présente quelque consistance, elle serait à « peine caractérisée par une minime différence de densité, et l'on ne saurait « l'assimiler à une gaine de Schwann comparable à celle que l'on connaît « dans le tube à double contour du Vertébré, etc.... »

» Mes recherches sur la structure du système nerveux des Mollusques gastéropodes et lamellibranches me conduisent à envisager la structure des nerfs de ces Invertébrés de la façon suivante.

» Les nerfs sont entourés par une gaine conjonctive assez épaisse, formée de lamelles imbriquées les unes sur les autres et renfermant de nombreux noyaux [1]. De la partie interne de cette gaine partent, suivant le volume du nerf, un plus ou moins grand nombre de cloisons, formées de plusieurs lamelles, qui se dirigent vers le centre du nerf; à mesure que ces cloisons s'avancent vers le centre, les lamelles qui les forment se détachent des deux côtés, se divisent souvent de nouveau, se soudent les unes avec les autres et avec les lamelles conjonctives venant des grosses cloissons voisines, de façon à limiter des espaces de formes et de grandeurs très variables, espaces dans lesquels se trouvent logés le faisceau axial de fibrilles nerveuses et le protoplasma qui les entoure.

» Ces cloisons renferment d'assez nombreux noyaux, tandis que le protoplasma de la fibre nerveuse n'en contient pas. Ce qui me fait attribuer les noyaux au tissu conjonctif des cloisons, et non au protoplasma des fibres nerveuses, c'est que souvent, dans les cloisons épaisses, on voit des noyaux logés entre deux lamelles et que ceux qui se trouvent à la surface d'une fine cloison, et qui par conséquent font saillie à l'intérieur d'un tube nerveux, ont exactement le même aspect que les premiers. De plus, si l'on parvient à isoler complètement une fibre nerveuse, ce qui est possible en employant, comme M. Ranvier l'a fait pour les nerfs des Vertébrés, l'acide osmique en injections interstitielles, on ne voit jamais de noyau à la surface ou dans l'intérieur de la fibre nerveuse.

» Il résulte de cette structure que, chez les Mollusques, nous ne trouvons pas une gaine qui puisse être considérée comme l'analogue de la gaine de Schwann des nerfs des Vertébrés; mais nous y rencontrons une gaine d'une formation spéciale, qui pourrait, si on voulait forcer la comparaison, être

---

(1) La gaine propre du nerf est recouverte, chez les Gastéropodes pulmonés terrestres, d'une deuxième gaine formée d'une couche de cellules vésiculeuses, mais cette dernière ne peut être considérée comme propre aux nerfs, car on la retrouve sur les vaisseaux.

assimilée au tissu conjonctif intra-fasciculaire des nerfs des Vertébrés (Ranvier), qui, chez les Mollusques, aurait pris un développement considérable.

» Cette structure particulière des enveloppes des fibres nerveuses est assez générale chez les Invertébrés; j'ai constaté que les fibres nerveuses des Hirudinées et des Lombrics se trouvent enveloppées d'une formation analogue. Elle explique parfaitement la difficulté qu'on éprouve à dissocier sur une certaine longueur un nerf frais ou simplement fixé par immersion dans les réactifs.

» Les fibrilles formant les nerfs, accompagnées du protoplasma, s'étalent à la surface du globe ganglionnaire des cellules nerveuses et les fibrilles pénètrent même, en partie du moins, dans son intérieur.

» C'est à la surface du globe ganglionnaire, et dans son voisinage immédiat, que le protoplasma renferme le plus de granulations graisseuses et pigmentaires, sur la nature desquelles je suis en complet accord avec M. Chatin. J'ajouterai seulement que, si l'on examine les cellules nerveuses des Helix, à la fin de l'hibernation et au milieu de l'été, on trouvera dans les éléments nerveux de ces derniers un plus grand nombre de corpuscules graisseux que dans les premiers, ce qui me semble prouver que ces granulations ne sont pas des produits de dégénérescence, mais sont, au contraire, une réserve que l'animal met à profit pendant l'hiver.

» Il est très difficile de mettre en relief en même temps, par les réactifs, la structure des différentes parties des nerfs des Mollusques. Parmi les réactifs que j'ai employés, le meilleur me paraît être, pour l'étude des cloisons, le chlorure d'or, qui, chez ces Invertébrés, colore avec la plus grande facilité les cloisons des nerfs et de la vie animale, tandis qu'il laisse généralement presque incolores les fibres nerveuses; si l'on décolore ensuite la coupe par le cyanure de potassium, puis qu'on la traite par le picrocarminate d'ammoniaque, les noyaux se voient avec la plus grande facilité. Pour mettre les fibrilles en évidence, il est avantageux de faire usage d'un mélange d'acide osmique et d'acide chromique en parties égales; puis, après avoir achevé le durcissement par l'alcool, de colorer fortement les coupes par l'hématoxyline et de les décolorer ensuite convenablement par l'acide formique très étendu [1]. »

---

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de Zoologie expérimentale de Roscoff et au laboratoire d'Histologie du Collège de France.

ANATOMIE COMPARÉE. — *Sur les organes sexuels mâles et les organes de Cuvier des Holothuries.* Note de M. **Et. Jourdan**, présentée par M. Bouley.

« Chez tous les représentants de la classe des Holothuries, l'appareil mâle est constitué par une réunion de tubes tantôt courts et larges, tantôt longs et ramifiés. Chaque tube testiculaire est formé par trois couches : revêtement cellulaire externe ou péritonéal, zone moyenne fibro-musculaire, couche épithéliale interne.

» *Couche péritonéale.* — Chez l'*Holothuria tubulosa*, la plupart des cellules sont larges et plates; on distingue cependant, parmi les éléments épithéliaux qui constituent ce revêtement péritonéal, un certain nombre de cellules dont la nature et les fonctions nous paraissent difficiles à apprécier ; elles sont constituées par des amas de corpuscules réfringents contenus dans une mince membrane d'enveloppe; leur ensemble constitue un corps cellulaire que son volume seul permettrait déjà de distinguer des autres éléments. Ces cellules sont faiblement colorées en gris par l'acide osmique ; le carmin et la plupart des autres matières colorantes sont sans action sur elles; le vert de méthyle, au contraire, les colore fortement. Nous n'essayerons pas d'émettre une opinion définitive sur la nature de ces éléments : nous dirons seulement que la propriété remarquable qu'ils présentent de se colorer en vert sous l'influence du réactif que nous venons de citer pourrait autoriser à les considérer comme des éléments jeunes. Leur aspect et leur réfringence les rendent comparables à des cellules adipeuses, mais l'action de l'acide osmique reste incertaine. Ces curieux éléments se retrouvent sur la face péritonéale de la plupart des organes.

» La couche péritonéale des tubes testiculaires des *Cucumaria* et des *Phyllophorus* se distingue par une particularité remarquable : les cellules qui la forment ne rappellent en rien les éléments épithéliaux ordinaires. Cette couche péritonéale est ici entièrement constituée par ces cellules volumineuses pleines de corpuscules réfringents. Il semble donc que les éléments exceptionnels du péritoine de l'*Holothuria tubulosa* ont acquis, chez d'autres genres, une importance bien plus grande, puisque les cellules épithéliales normales ont complètement disparu.

» *Couche moyenne.* — Elle est représentée par une membrane conjonctive surmontée elle-même par une assise de fibres musculaires circulaires très fines, identiques à celles qui existent dans la vésicule de Poli. Elles déterminent des étranglements, et leur nature demeure ainsi indiscutable.

» *Couche interne.* — L'étude de la couche épithéliale interne ne doit pas être séparée de celle des éléments du liquide spermatique. On trouve dans le sperme recueilli dans les tubes testiculaires et examiné au printemps et en été les éléments suivants, que nous décrivons dans l'ordre probable de leur genèse. Nous remarquons d'abord un amas de grosses cellules qu'il est permis de considérer comme tout autant de spermatoblastes groupés en corps morulaires irréguliers. Les cellules qui constituent ces corps framboisés ou polyblastes sont semblables à celles qui tapissent les parois des tubes testiculaires, elles se rencontrent souvent aussi isolées et avec des caractères identiques. On distingue en outre des cellules également sphériques dans lesquelles le protoplasma semble s'être condensé en un noyau volumineux en même temps qu'apparaissent dans ces spermatoblastes un et ensuite plusieurs corpuscules réfringents, homogènes, nullement granuleux. Ils naissent indépendamment du noyau; nous les considérons comme tout autant de corpuscules céphaliques. Le protoplasma granuleux finit par disparaître complètement, de telle sorte qu'au spermatoblaste primitif dont les dimensions se sont accrues, a succédé une cellule contenant de nombreux corpuscules céphaliques serrés les uns contre les autres et représentant les têtes de tout autant de spermatozoïdes. Cet état peut être considéré comme correspondant aux deutoblastophores de Sabatier. Ces éléments de seconde formation sont très nombreux et existent presque seuls peu de temps avant la maturité sexuelle.

» Les spermatozoïdes ont une tête sphérique et une queue très longue; immédiatement après la mort, la tête se gonfle, son contenu devient granuleux; l'action successive de l'acide osmique en vapeur et du picrocarmin y fait apparaître un nucléole réfringent.

» La continuité de la fonction spermatique chez les Holothuries rend difficile l'étude de la spermatogénèse. Nous avons été plus heureux en nous adressant aux Astéries et aux Ophiures.

» *Corps de Cuvier.* — Nous joindrons à cette courte Note les résultats de nos observations sur les organes de Cuvier. Ainsi qu'on le sait depuis longtemps, ces organes sont constitués par une réunion de tubes insérés à la base de l'organe arborescent près du cloaque. Les coupes et les dissociations montrent que chaque tube est constitué par une gaine musculaire formée par des faisceaux de fibres musculaires longitudinales et par une couche de fibres musculaires circulaires. Au centre de cet étui contractile existe une masse de fibres conjonctives repliées sur elles-mêmes et contournées en spi-

rale; dans l'axe de chaque tube, on rencontre un canal étroit et irrégulier tapissé par des cellules à protoplasma granuleux.

» Par la contraction des gaines musculaires, l'animal lance à l'extérieur, à travers le cloaque et l'anus, la masse conjonctive et élastique contenue dans chaque tube. Celle-ci arrive à l'extérieur, se déroule rapidement en agglutinant, à l'aide des fibrilles dont elle est composée, tous les corps qu'elle rencontre. On retrouve, dans la cavité générale, à côté des filaments que nous venons de décrire, des tubes bien plus petits et réduits à leurs gaines musculaires. »

TÉRATOLOGIE. — *Recherches sur la production des monstres, dans l'œuf de la poule, par l'effet de l'incubation tardive.* Note de M. **Dareste.**

« Dans mon livre sur la *production artificielle des monstruosités*, après avoir fait connaître les conditions physiques que j'ai mises en jeu pour me procurer les objets de mes études, j'énonçais ce fait que les anomalies ne résultent pas uniquement de l'action de causes extérieures, mais qu'elles dépendent aussi, dans bien des cas, de conditions inhérentes à l'œuf lui-même : de telle sorte que, dans la tératogénie, les monstruosités résultent, tantôt de causes extérieures, tantôt de causes intérieures, tantôt de la combinaison des unes et des autres.

» Parmi les causes tératogéniques qui appartiennent à l'œuf lui-même, je signalais l'âge des œufs, c'est-à-dire l'intervalle qui sépare le moment de la ponte de celui de la mise en incubation. J'ai pu, dans des expériences récentes, constater l'existence de cette cause, dont je n'avais, jusqu'à présent, que présumé l'existence.

» L'œuf pondu conserve, pendant un temps plus ou moins long, sa faculté germinative. Puis il arrive un moment où la cicatricule se désorganise, et où l'œuf, par conséquent, devient incapable de produire un embryon. Or, entre la période qui suit immédiatement la ponte, et pendant laquelle la cicatricule, en état de vie latente, est apte à produire un embryon parfaitement normal, et l'époque où la cicatricule est frappée de mort, il y a une période pendant laquelle la cicatricule, bien que vivante, est atteinte dans sa vitalité, où elle ne donne, en évoluant, que des embryons anormaux ou monstrueux.

» Ces faits ont été déjà partiellement indiqués par Broca, qui a signalé la transformation de la cicatricule en blastoderme privé d'embryon sur des

œufs soumis à l'incubation tardive. J'ai souvent rencontré ces faits, signalés par Broca, de blastodermes sans embryon : j'ai même vu, dans certains cas, ces blastodermes s'étendre sur toute la surface du jaune, et former une poche complète, comme cela a lieu dans l'état normal. Mais ces faits ne sont pas les seuls qui résultent de l'incubation tardive.

» La production de blastodermes sans embryon n'est, en réalité, que le dernier terme de l'épuisement de la vitalité déterminé par l'évolution tardive. Cet épuisement se produit progressivement, et fait passer la cicatricule par une série d'états successifs, pendant lesquels elle peut produire des embryons, mais des embryons anormaux, et chez lesquels les monstruosités deviennent d'autant plus intenses que l'on se rapproche plus de l'époque de la mort de la cicatricule.

» Les monstruosités ainsi produites, et qui sont généralement les plus intenses que l'on observe en tératogénie, font périr ces embryons très rapidement, après deux ou trois jours d'incubation. La désorganisation et la mort de ces embryons fait que généralement on ne les retrouve plus quand on casse les œufs qui n'ont pas éclos, au terme normal de l'incubation. L'incubation tardive est donc l'une des principales causes des insuccès que l'on éprouve si souvent dans l'incubation artificielle comme dans l'incubation naturelle.

» Cette modification particulière de la cicatricule, qui se caractérise par une diminution de sa vitalité, se produit plus tôt ou plus tard, suivant certaines conditions. C'est ainsi qu'elle apparaît plus vite avec les températures élevées, plus tardivement avec les températures basses; jusqu'à un certain degré toutefois, car j'ai lieu de croire que la température de la congélation de l'eau fait périr la cicatricule.

» Je donne ici le résultat d'une expérience qui met parfaitement en évidence cette diminution progressive de la vitalité, et les événements tératologiques qu'elle produit.

» Les œufs pondus le 4 juillet courant, dans une localité du département de Seine-et-Oise, ont été remis à mon laboratoire le 5. Je n'ai commencé à les mettre en incubation que le 8; parce que j'ai constaté que les trépidations des chemins de fer peuvent modifier l'évolution de la cicatricule, et que cette influence funeste disparaît par le repos.

» La coquille des œufs a été lavée avec soin; parce qu'il arrive souvent que des corps étrangers s'attachent à la surface, et y forment des zones plus ou moins imperméables à l'air.

» La couveuse artificielle était une couveuse d'Arsonval. La température de l'air de la couveuse était de 37°, 5. Elle s'est un peu élevée pendant les derniers jours de l'expérience;

mais cette élévation n'a pas été de 1°. Sauf cette très légère élévation de température, qui ne pouvait, en aucune façon, modifier l'évolution, les conditions de l'incubation sont restées parfaitement identiques pendant toute la durée de l'expérience.

» Voici les résultats obtenus :

» 8 juillet. — Six œufs, pondus depuis quatre jours, mis en incubation. L'un deux n'était pas fécondé. Les cinq autres ont donné des embryons parfaitement normaux, qui ont atteint le terme de l'incubation.

» 13 juillet. — Six œufs, pondus depuis neuf jours, mis en incubation. Le 18, je constate par le mirage que l'évolution s'est arrêtée dans tous les œufs et que tous les germes sont morts, depuis un certain temps. Je trouve quatre embryons monstrueux : l'un affecté d'exencéphalie et de célosomie; deux autres, affectés d'omphalocéphalie ou de hernie ombilicale de la tête. Le quatrième était tellement désorganisé que je n'ai pu déterminer la monstruosité, dont l'existence résultait pour moi de l'état de l'aire vasculaire. Les deux autres œufs m'ont présenté des blastodermes sans embryon.

» 18 *juillet.* — Cinq œufs, pondus depuis quatorze jours, mis en incubation. Ouverts le 20 juillet. Dans quatre, l'embryon est mort depuis longtemps, avant l'apparition du cœur, et déjà en partie désorganisé. Toutefois les restes du sillon primitif, du sillon médullaire et de l'ouverture du pharynx me laissent entrevoir de nombreuses anomalies. Le cinquième me présente un blastoderme sans embryon.

» 21 *juillet.* — Trois œufs, pondus depuis dix-sept jours, mis en incubation. Ouverts le 23. Un œuf non fécondé. Deux blastodermes sans embryon.

» Cette expérience met en pleine évidence le rôle de l'incubation tardive dans la production des monstruosités. Maintenant il faut ajouter qu'elle a été faite au mois de juillet, et par une température élevée. Dans des expériences faites antérieurement, et à des températures plus basses, les effets de l'incubation tardive ne se sont manifestés que plus tard. »

ZOOLOGIE. — *De la sexualité chez l'Huître ordinaire* (O. edulis) *et chez l'Huître portugaise* (O. angulata). *Fécondation artificielle de l'Huître portugaise.* Note de M. Bouchon-Brandely, présentée par M. Berthelot.

« L'Huître portugaise, qui est originaire du Tage, n'existait pas sur les côtes de France il y a vingt ou vingt-cinq ans. Elle s'est acclimatée dans nos eaux d'une façon tout accidentelle. Un navire venant du Portugal dut décharger sa cargaison pour réparer une avarie. Les Huîtres qu'il portait furent jetées dans la Gironde, sur l'ancien banc de Richard ; y ayant rencontré des conditions favorables à leur propagation, elles s'y sont mul-

tipliées en telle proportion que, de la Pointe de Grave jusqu'à Richard, sur une étendue de 25 à 30^{km}, elles ne forment plus qu'un vaste gisement, dont la largeur ne sera bientôt limitée que par les rives du fleuve.

» La sexualité de cette Huître diffère essentiellement de celle des autres sortes d'Huîtres communes à nos eaux, et dont la plus répandue est l'*Ostrea edulis*. Celle-ci est hermaphrodite : Lacaze-Duthiers, Coste, Davaine, Mœbius, Eyton, Hart et bien d'autres l'ont établi. Est-elle un hermaphrodite suffisant? Rien encore n'a été bien démontré à cet égard. Il est vraisemblable qu'elle ne se féconde pas elle-même, si l'on considère que la glande génitale présente rarement les deux sexes au même degré de maturité.

» L'Huître portugaise, au contraire, est unisexuée. Le fait n'est pas contestable. Nous en avons ouvert un grand nombre, prises à toutes les phases de la période reproductive, et toutes étaient exclusivement mâles ou exclusivement femelles.

» D'autre part, et contrairement à ce qui se passe chez l'Huître ordinaire, où la fécondation s'accomplit à l'intérieur des valves, chez l'Huître portugaise les œufs sont expulsés hors de la coquille, et c'est au sein de l'eau qu'ils rencontrent l'élément fécondateur. Jamais, en effet, on ne trouve ni œufs ni embryons dans le manteau de l'*Angulata*. Un fait vient encore à l'appui de cette donnée : c'est que les œufs et les embryons de la portugaise se développent dans l'eau de mer pure, tandis que ceux de l'Huître ordinaire, du moins pendant toute la période de la gestation de l'œuf et jusqu'au moment où l'embryon abandonne l'abri maternel, ne peuvent vivre hors du liquide contenu dans la coquille, liquide qui, d'après une analyse faite au laboratoire de M. Berthelot, contient de l'albumine en notable proportion. C'est en vain que nous avons tenté de conserver dans de l'eau de mer aérée et renouvelée, jusqu'à complet développement, des embryons d'*Ostrea edulis*, soit que ces embryons fussent à l'état de *frai blanc*, soit qu'ils fussent à l'état de *frai gris*. Les embryons blancs succombaient après deux ou trois jours, les embryons gris après douze ou quinze jours, tout en ayant à leur portée des collecteurs pour s'attacher.

» Ces faits constituent une différence essentielle entre les deux espèces d'Huîtres, qui exclut toute hypothèse de croisement et doit faire rejeter la théorie de l'hybridation préconisée par quelques ostréiculteurs. Nous avons fait, du reste, des expériences directes d'hybridation, qui ont abouti à un résultat négatif. Ainsi, à différentes reprises, l'année dernière et cette année, nous avons mis en contact des œufs provenant d'Huîtres portu-

gaises et des zoospermes pris sur des Huîtres ordinaires, et réciproquement; jamais, dans les conditions où nous avons expérimenté, les éléments ne se sont naturellement et instinctivement rapprochés; jamais il n'y a eu trace de fécondation ni de développement.

» Les éléments sexuels de l'*Angulata* étant, ainsi que nous venons de le dire, nettement séparés, nous avons entrevu la possibilité d'arriver à la fécondation artificielle. L'exemple de Brooks, de l'Université de Baltimore, qui a fait avec l'*Ostrea virginiana* des essais heureux de fécondation artificielle, était d'ailleurs encourageant.

» Voici, après de nombreux tâtonnements, le mode de fécondation que nous avons adopté. Il est facile, avec un peu d'habitude, de distinguer les sexes à l'œil nu. On détache de l'ovaire, au moyen d'un pinceau, les œufs que l'on dépose dans un récipient rempli d'eau de mer, une fiole par exemple. Afin de les désagréger, de les débarrasser des matières étrangères dont ils peuvent être entourés, on agite la fiole durant quelques instants, puis on laisse reposer le liquide. Les œufs aptes à la fécondation tombent au fond du vase; ce qui reste en suspension doit être éliminé. On décante, on renouvelle l'eau du récipient, et il suffit d'ajouter une petite portion de liqueur séminale pour que les œufs soient immédiatement entourés et roulés par les zoospermes; les premières phases de la fécondation commencent aussitôt.

» Les œufs et les spermatozoïdes peuvent, sans être mis en contact, conserver, dans l'eau et durant plusieurs heures, leurs propriétés vitales. Nos meilleures fécondations ont été obtenues avec des éléments dont le rapprochement n'avait été opéré que deux et trois heures après leur extraction des glandes génitales.

» Nous ne décrirons pas les premières phases du développement des œufs; mais nous pensons devoir signaler un fait qui, croyons-nous, n'a pas encore été observé : les embryons de l'*Angulata* commencent à se mouvoir, selon la température, de sept à douze heures après la fécondation. Au Verdon, nous en avons obtenu en sept heures, l'eau ayant une température de 22°. Leur mobilité se traduit par des mouvements rotatoires et giratoires : parfois ils tournent sur place comme autour d'un pivot, d'autres fois ils se déplacent rapidement et traversent comme un trait le champ dans lequel on les observe.

» La coquille se forme vers le sixième ou septième jour après l'imprégnation.

» La fécondation artificielle ne présente aucune difficulté d'exécution;

elle aboutit quatre fois sur cinq à la formation d'un embryon mobile, si les éléments qu'on emploie sont bons. La ponte, chez l'Huître portugaise, s'effectue graduellement et quelquefois en plusieurs semaines; lorsque la glande génitale devient transparente sur un point, c'est que les éléments sont mûrs, et c'est alors qu'on peut les utiliser avec avantage.

» A raison de ce qui précède, et vu la fécondité exceptionnelle de l'Huître du Tage ([1]), nous avons essayé quelques applications pratiques. A cet effet, nous avons organisé au Verdon une *claire* de 100^{m} de superficie, dans laquelle nous avons versé les produits animés de diverses fécondations artificielles.

» La difficulté était de garder les embryons tout en assurant le renouvellement de l'eau. Nous sommes arrivés à ce résultat en faisant arriver et écouler l'eau à travers une couche de sable fin.

» Après un mois d'expériences réitérées, nos recherches ont été couronnées de succès. Nous avons eu la satisfaction de trouver du naissain fixé sur chacune des tuiles placées dans notre claire d'expérience. Le fait est d'autant plus digne de remarque que, jusqu'à ce moment, la semaine dernière, aucun naissain ne s'était encore attaché aux innombrables collecteurs immergés sur les gisements huîtriers de la Gironde, c'est-à-dire au sein même du foyer reproducteur. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur les propriétés des antiseptiques et des produits volatils de la putréfaction.* Note de M. **Gustave Le Bon**, présentée par M. Larrey.

« Les recherches sur les antiseptiques et sur l'action des glycéroborates de sodium et de calcium, que j'ai eu l'honneur de présenter récemment à l'Académie, m'ont conduit à des résultats que j'exposerai prochainement en détail, et dont voici les conclusions :

» 1° Le pouvoir désinfectant d'un antiseptique quelconque est d'autant

([1]) 1^{cc} d'ovaire contient :

	OEufs.
Méthode de dissociation	2500000
Méthode de coupes	5200000
Moyenne	3850000

Le volume de l'ovaire d'une Huître de moyenne grandeur varie entre 6^{cc} et 8^{cc}.

plus faible que la putréfaction est plus ancienne. Si l'on prend pour liquide normal une solution aqueuse contenant le dixième de son poids de viande hachée, cette solution exhalera, dès les premiers temps de la putréfaction, une odeur très fétide, mais qui sera détruite par une quantité relativement minime d'antiseptique. Au bout de deux mois environ, il se sera développé des corps nouveaux d'une odeur spéciale, qui ne sera détruite, contrairement à ce qu'on pourrait supposer, que par des proportions au moins deux fois plus grandes des mêmes antiseptiques.

» 2° Si l'on veut mesurer la puissance des antiseptiques, en prenant pour base leurs propriétés désinfectantes sur un poids donné de la solution normale mentionnée plus haut, on voit que les désinfectants les plus puissants sont le permanganate de potasse, le chlorure de chaux, le sulfate de fer acidifié par l'acide acétique, l'acide phénique et les glycéroborates de sodium et de potassium. Pour désinfecter, par exemple, 10^{cc} de la solution normale précédente, il faudra 500^{cc} d'eau saturée d'acide salicylique, 80^{cc} d'une solution saturée d'acide phénique, 80^{cc} d'une solution contenant 10 pour 100 de glycéroborate de sodium, et quelques gouttes seulement d'une solution de permanganate de potasse au centième.

» 3° Il n'y a aucun parallélisme entre l'action désinfectante d'un antiseptique et son action sur les microbes. Le permanganate de potasse, qui est un des plus puissants désinfectants, n'exerce aucune action appréciable sur les microbes. L'alcool, qui entrave au contraire à la longue leur développement, n'exerce sur les produits de la putréfaction qu'une action désinfectante très faible.

» 4° Il n'y a pas davantage de parallélisme entre le pouvoir d'empêcher la production de la putréfaction et celui de l'arrêter quand elle a pris naissance. L'alcool et l'acide phénique, qui sont des agents préservatifs par excellence, n'ont qu'une action très faible sur la putréfaction quand elle est commencée; et si l'acide phénique est si utile en chirurgie, c'est uniquement comme agent préventif.

» 5° A l'exception d'un très petit nombre de corps qui sont des agents toxiques redoutables, tels que le bichlorure de mercure, la plupart des antiseptiques, et notamment l'acide phénique, n'ont sur les bactéries qu'une action très faible. Lorsqu'on mélange 10^{cc} de la solution normale précédente à 50^{cc} ou même à 100^{cc} d'eau saturée d'acide phénique, les plus grosses bactéries sont immobilisées, mais les plus petites restent vivaces et se reproduisent parfaitement par des cultures. Je possède des

solutions phéniquées, vieilles de quatre mois, riches en bactéries. Je considère même que l'acide phénique est un des meilleurs liquides qu'on puisse employer pour conserver pendant longtemps des bactéries vivantes.

» 6° Les expériences faites sur les alcaloïdes cadavériques ne pouvaient servir à résoudre la question de savoir si les alcaloïdes volatils qui donnent à la putréfaction son odeur sont toxiques, car ces expériences ont été faites généralement en introduisant dans l'économie des produits de la putréfaction contenant des bactéries auxquelles on pouvait attribuer les accidents observés. Après avoir essayé plusieurs procédés opératoires, j'ai simplement introduit des grenouilles dans un bocal au fond duquel se trouvait une couche très mince du liquide normal cité plus haut. Dans ces conditions, on observe qu'au début de la putréfaction le liquide, bien que riche en hydrogène sulfuré, possédant une odeur extrêmement fétide, fourmillait de bactéries, et, comme on le sait, très virulent quand on l'injecte sous la peau, n'exerce aucune action appréciable sur les animaux qui le respirent. Le même liquide, vieux de deux mois, et n'ayant plus, comme on le sait également, de propriétés virulentes, tue au contraire en quelques minutes les animaux qui le respirent. Il n'y a donc aucun parallélisme entre le pouvoir virulent d'un corps en putréfaction et le pouvoir toxique des composés volatils qui s'en dégagent. Ces deux propriétés semblent même en raison inverse l'une de l'autre.

» 7° La quantité très faible des produits de la putréfaction avancée nécessaire pour tuer un animal par simple mélange avec l'air qu'il respire montre que ces alcaloïdes volatils sont extrêmement toxiques. Les observations que j'ai involontairement eu l'occasion de faire sur les personnes ayant pénétré dans mon laboratoire, et sur moi-même pendant mes expériences, m'ont montré que ces alcaloïdes étaient également toxiques sur l'homme. Je ne connais qu'un très petit nombre de corps, tels que la nicotine, l'acide prussique et le nouvel alcaloïde que j'ai extrait du tabac et présenté à l'Académie, qui soient aussi toxiques.

» 8° Les expériences qui précèdent expliquent les accidents qui ont accompagné l'exhumation de corps enterrés depuis longtemps, et prouvent que l'atmosphère des cimetières peut, contrairement à ce qui a été avancé en se basant sur sa faible richesse en microbes, être très dangereuse. Ces mêmes expériences expliquent ces faits si souvent constatés d'épidémies de fièvres typhoïdes et d'affections analogues, reconnaissant comme point de départ l'action de substances volatiles dégagées de matières en putréfaction. Les alcaloïdes volatils, engendrés par l'action des microbes sur cer-

taines substances organiques, jouent sans doute dans bien des affections un rôle fort important. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur une observation d'éclairs diffus.* Note de M. J. **Rousseau**.

« Dans la nuit du 20 au 21 juillet, entre 2^h et $2^h 30^m$ du matin, j'étais à observer avec une lunette de 0,75 et un grossissement de soixante fois, quand il me sembla que, par instant, ma vision manquait de netteté. Surpris du fait, je me mis à regarder l'aspect du ciel; il était totalement pur, sans un seul nuage. Bientôt je remarquai que des nappes lumineuses, semblables à des éclairs diffus, remplissaient par instant la surface du ciel; tandis que je contemplais ce spectacle, je vis avec étonnement que des éclairs diffus de même nature se produisaient à une faible distance du sol au-dessous de moi, à 6^m ou 7^m de la terre.

» Pendant un quart d'heure, j'ai observé ce phénomène, qui n'a cessé de paraître très souvent pendant ce laps de temps. »

M. P. **Meunier** adresse une Note concernant les empoisonnements par les oxydes et les sels métalliques, la cause de la mort par les microbes et la maladie des vers à soie.

La séance est levée à 4 heures un quart. D.

// COMPTES RENDUS
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 AOUT 1882.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur l'action de la chlorhydrine éthylénique sur les bases pyridiques et sur la quinoléine;* par M. Ad. Wurtz.

« La constitution que l'on attribue généralement aux bases pyridiques doit les faire envisager comme des bases tertiaires, l'azote étant en rapport par trois valences avec du carbone. L'action que les iodures alcooliques exercent sur ces bases, et qui a été étudiée par M. Hofmann, vient à l'appui de cette manière de voir, qui peut s'appliquer pareillement à la quinoléine. J'ai donc pensé que la chlorhydrine du glycol et les composés analogues, en réagissant sur les bases pyridiques et sur la quinoléine, donneraient naissance à des bases quaternaires oxygénées. On sait, en effet, qu'une telle base, la névrine, se forme par l'action de la chlorhydrine éthylénique sur la triméthylamine. On se rappelle aussi les beaux résultats que M. Ladenburg a obtenus récemment en faisant réagir la chlorhydrine sur les bases secondaires. Il poursuit ces travaux au grand profit de la science. Quant à moi, entrant de nouveau dans la voie que j'ai ouverte, je vais

faire connaître les recherches que j'ai entreprises, dans la direction indiquée plus haut, avec les bases pyridiques et la quinoléine.

» J'avais à ma disposition deux échantillons de collidine présentant le même point d'ébullition. L'un provenait de la distillation de l'aldol-ammoniaque et était identique sans doute avec l'aldéhydine de MM. Baeyer et Ador (point d'ébullition, 179°-182°); l'autre provenait des bases pyridiques formées par la distillation de la cinchonine avec la potasse : c'est l'α-collidine (point d'ébullition, 179°-183°) (1). L'expérience a montré que ces deux collidines sont isomériques.

» *Action de la chlorhydrine éthylénique sur l'aldéhydine.* — On a mélangé les deux corps dans le rapport des poids moléculaires, après avoir ajouté au mélange un poids d'eau égal à celui de l'aldéhydine. On l'a chauffé pendant plusieurs jours à 100°, en tube scellé. La couche oléagineuse qui surnageait à la fin a diminué de plus en plus et a fini par disparaître après le refroidissement; le liquide aqueux, qui avait légèrement bruni, a été épuisé par l'éther, puis évaporé dans le vide. L'éther lui a enlevé une petite quantité d'aldéhydine et de chlorhydrine qui n'avaient pas réagi. Le chlorhydrate concentré par l'évaporation a été mêlé avec du chlorure de platine en excès, et le mélange a été additionné d'alcool; on a obtenu un abondant précipité cristallin d'un chloroplatinate, qui a été purifié par plusieurs cristallisations dans l'eau chaude. On a obtenu ainsi de magnifiques cristaux rouge orangé et volumineux de chloroplatinate d'oxéthylaldéhydine.

» Lorsqu'on le chauffe à 100°, le sel perd de l'acide chlorhydrique, ce qui tend à élever la proportion de carbone et de platine. Cette altération, qui est beaucoup plus marquée avec le chloroplatinate d'oxéthylcollidine, sera étudiée plus loin. Les résultats des analyses conduisent à la formule $(C^{10}H^{16}AzOCl)^2PtCl^4$, qui est celle d'un chloroplatinate d'oxéthylaldéhydine

$$\left[C^8H^{11}\overset{v}{Az}\begin{smallmatrix}\diagup OC^2H^5\\ \diagdown Cl\end{smallmatrix}\right]^2 PtCl^4.$$

» Ce chloroplatinate se présente en magnifiques cristaux rouge orangé, d'apparence clinorhombique. Il est assez soluble dans l'eau chaude, et la solution concentrée bouillante se trouble par le refroidissement et laisse d'abord déposer des gouttes oléagineuses, qui finissent par se concréter en cristaux.

(1) La β-collidine que M. Oechsner de Coninck a retirée des bases de la cinchonine bout à 198°.

» Décomposé par l'hydrogène sulfuré, il fournit un chlorure dont la solution est incolore et ne cristallise pas après plusieurs semaines d'exposition dans le vide. Décomposé par l'oxyde d'argent et l'eau, il a fourni une base soluble, caustique, qui attire l'acide carbonique de l'air.

» Ces réactions ne laissent aucun doute sur le caractère de la nouvelle base, qui est une sorte de névrine d'aldéhydine.

» *Action de la chlorhydrine éthylénique sur l'α-collidine.* — Pour préparer avec l'α-collidine la base quaternaire correspondant à la névrine, on opère comme on vient de l'indiquer précédemment. La réaction est plus rapide que dans le cas précédent, et au bout de quelques heures de chauffe la couche oléagineuse a entièrement disparu, sauf quelques gouttes noirâtres qui surnagent. Après avoir épuisé le tout par l'éther, on concentre dans le vide la solution aqueuse et on la traite par le chlorure de platine. On obtient ainsi un chloroplatinate jaune orangé cristallin, beaucoup moins soluble dans l'eau et beaucoup moins stable que le précédent.

» Lorsqu'on dissout ce chloroplatinate dans l'eau chaude, la solution se colore d'autant plus en rouge brun qu'elle est plus concentrée. A l'ébullition, le sel se décompose. La solution dans beaucoup d'eau chaude le laisse déposer en cristaux rouge orangé possédant une légère teinte brune. Ces cristaux n'offrent pas exactement la composition du chloroplatinate

$$(C^{10}H^{16}AzOCl)^2PtCl^4,$$

qui s'altère par l'action de l'eau chaude. En effet, la solution, fortement colorée après quelques minutes d'ébullition (¹), ayant été décomposée par l'hydrogène sulfuré, on a obtenu une liqueur qui, évaporée au bain-marie et filtrée, a montré une teinte brune et a laissé déposer, au bout de quelques jours, des cristaux rouge brunâtre, qui ont été purifiés par cristallisation dans l'alcool bouillant, dans lequel ils sont fort peu solubles. Par le refroidissement on a obtenu un sel cristallisé en écailles brillantes, possédant une teinte brune, et qui ont présenté exactement la composition d'un chloroplatinite d'oxéthyle-α-collidine $C^{10}H^{15}(pt\,Cl)AzOCl$.

» Ce sel dérive du chloroplatinate d'oxéthyle-α-collidine par perte d'acide chlorhydrique

$$(C^{10}H^{16}AzOCl)^2PtCl^4 = 2HCl + (C^{10}H^{15}AzOCl^2)^2PtCl^2.$$

(¹) Dans une expérience on a observé la séparation d'une petite quantité de platine, qui a noirci la liqueur.

Le chlorure brut d'oxéthyle-α-collidine, ou le chlorure séparé par l'hydrogène sulfuré du chloroplatinate non altéré, donne avec le chlorure d'or un abondant précipité qui se condense sur-le-champ en gouttes jaune foncé ([1]). Celles-ci se prennent bientôt en cristaux qui fondent facilement dans l'eau chaude, mais qui se dissolvent dans une grande quantité d'eau bouillante. Par le refroidissement, la solution laisse déposer d'abord des gouttelettes jaunes, puis de magnifiques aiguilles déliées d'un jaune d'or. C'est le chloro-aurate d'oxéthyle-α-collidine $C^{16}H^{10}AzOCl, AuCl^3$.

» *Action de la chlorhydrine éthylénique sur la quinoléine.* — La quinoléine employée provenait de la distillation de la cinchonine avec la potasse et présentait, après un grand nombre de rectifications, le point d'ébullition 238°-240°. Cette quinoléine a été chauffée avec une quantité équivalente ([2]) de chlorhydrine du glycol, à laquelle on a ajouté son poids d'eau.

» Au bout de trois jours, la couche oléagineuse avait entièrement disparu; on a laissé refroidir et, après avoir agité avec de l'éther, on a concentré. La solution aqueuse, un peu colorée en brun, s'est prise au bout de quelques jours en une masse de cristaux bruns qui ont été comprimés fortement, puis dissous dans l'alcool absolu; la solution, traitée par une petite quantité de charbon animal, puis filtrée bouillante, a été additionnée, après le refroidissement, d'éther anhydre, de façon à superposer ce dernier à la couche alcoolique. Du jour au lendemain, celle-ci s'est remplie de magnifiques prismes incolores, dont quelques-uns traversaient le vase tout entier. Ce sel est un chlorure d'oxéthylquinoléine

$$C^{11}H^{12}AzOCl = C^9H^7\overset{v}{Az} \langle {OC^2H^5 \atop Cl}$$

formé par l'addition directe de la chlorhydrine éthylénique à la quinoléine.

» Ce chlorure présente une saveur amère; il attire l'humidité de l'air et est très soluble dans l'eau et dans l'alcool, insoluble dans l'éther. Sa solution aqueuse ne précipite pas par l'ammoniaque et donne avec la potasse un précipité épais et coloré. Bouillie pendant quelques instants avec de l'oxyde d'argent, elle donne du chlorure d'argent et de l'argent réduit. La liqueur filtrée présente une forte réaction alcaline et se colore bientôt en rouge cramoisi. L'hydrate d'oxyde de plomb décompose pareillement ce

---

([1]) Avec le chlorure brut on observe une coloration noire, due à une réduction du sel aurique par une impureté.

([2]) 16^{gr} quinoléine, 10^{gr} chlorhydrine.

chlorure. Le sublimé corrosif forme avec lui une combinaison qui cristallise facilement et qui se présente, après plusieurs cristallisations, sous forme de lamelles brillantes et incolores, dont la composition répond plutôt à la formule $5C^{11}H^{12}AzOCl, 6HgCl^2$ qu'à la formule plus simple

$$C^{11}H^{12}AzOCl, HgCl^2.$$

» Le chlorure d'or produit dans la solution du chlorhydrate un précipité d'un jaune pur, soluble dans l'eau bouillante et se déposant, par le refroidissement, en petits cristaux qui apparaissent, sous le microscope, sous forme de losanges pointus. Ce chloro-aurate renferme

$$C^{11}H^{12}AzOCl, AuCl^3.$$

» Le chlorure de platine forme, dans la solution du chlorure, un précipité jaune chamois, soluble dans une grande quantité d'eau bouillante et se déposant, par le refroidissement, en cristaux orangés opaques et indistincts. Ce sel renferme $(C^{11}H^{12}AzOCl)^2, PtCl^4$.

» Lorsqu'on chauffe la chlorhydrine éthylénique et la quinoléine en quantités équivalentes, sans ajouter de l'eau, on obtient une masse d'un rouge violet foncé. Épuisée par l'éther, desséchée et reprise par l'alcool absolu, cette masse donne une solution d'un violet foncé, qui laisse déposer, lorsqu'on superpose une couche d'éther, une masse presque noire, qui finit par cristalliser. Les cristaux, comprimés entre du papier, sont sensiblement moins colorés, tandis que le papier s'imprègne d'une eau mère violet foncé. On parvient à les décolorer presque entièrement par plusieurs cristallisations : ils paraissent alors identiques avec le chlorure précédemment décrit.

» Je me propose de poursuivre ces recherches dans diverses directions, et notamment de faire réagir la chlorhydrine éthylénique et les corps analogues sur certains dérivés substitués de la quinoléine. »

PHYSIOLOGIE. — *Emploi de la photographie pour déterminer la trajectoire des corps en mouvement, avec leurs vitesses à chaque instant et leurs positions relatives. Applications à la Mécanique animale.* Note de M. **Marey**.

« Un des points les plus importants dans l'analyse de la locomotion animale, c'est la détermination de la trajectoire suivie par différentes parties du corps. Ainsi, le pied d'un homme, entre le moment où il quitte le sol et celui où il se pose de nouveau, parcourt dans l'espace une sorte d'arc dont la forme est très difficile à apprécier par la vue, même dans la marche

lente, à plus forte raison dans les allures rapides. Il est bien plus difficile encore d'estimer les trajectoires des pieds d'un cheval au trot ou au galop, celles de l'extrémité de l'aile d'un oiseau qui vole, etc.

» Et pourtant il ne suffit pas de connaître avec exactitude la trajectoire suivie par un point du corps pour déterminer la loi d'un mouvement, il faut avoir aussi la connaissance de sa vitesse à chaque instant.

» J'ai fait autrefois certaines expériences dans lesquelles, au moyen de procédés mécaniques, j'obtenais l'inscription des mouvements, ceux de l'aile d'un oiseau par exemple, avec la triple indication de la trajectoire parcourue, de la vitesse du mouvement à chaque instant et des changements de l'inclinaison du plan de l'aile aux différents points de son parcours elliptique ([1]). Ces expériences étaient difficiles, on ne pouvait les faire que sur de grands oiseaux apprivoisés, et, comme elles exigent l'adaptation d'appareils destinés à recueillir et à transmettre les mouvements des ailes, on n'a pas manqué de contester les résultats en disant que « la » trajectoire obtenue n'était pas celle qu'eût donnée un oiseau libre ».

» La méthode photographique me semble être à l'abri de reproches semblables : aussi ai-je entrepris de l'employer pour résoudre le problème, jusqu'ici insoluble, d'inscrire la trajectoire d'un point du corps d'un animal en mouvement avec l'indication de la vitesse de ce point à chaque instant, sans altérer en rien la liberté de ses allures. Cette méthode devra se prêter évidemment aux inscriptions multiples et permettre de reconnaître les positions et les vitesses relatives de différents points du corps.

» *Photographie de la trajectoire d'un corps en mouvement.* — Pour inscrire la trajectoire d'un corps, il suffit de l'éclairer vivement et de le mettre en mouvement devant un écran noir ([2]). Une plaque photographique très sensible devra garder l'impression de ce corps sur tous les points qu'aura parcourus son image.

» L'expérience a vérifié cette première proposition. J'enveloppai de papier blanc une petite pierre, et, me plaçant au soleil, en face de l'écran, je lançai cette pierre devant moi. L'appareil photographique fut ouvert par un aide pendant la durée du trajet de la pierre, et je recueillis sur la plaque la trajectoire prévue, c'est-à-dire la double parabole décrite par le projectile.

» Ou bien j'attachai une pierre blanche à un fil, et, la faisant tourner comme une fronde, j'obtins l'image du cercle parcouru par la pierre;

([1]) *Comptes rendus*, 1er semestre, 1872, p. 589.

([2]) *Voir*, pour la description de l'écran, la Note insérée dans le n° 1, 3 juillet 1882.

d'autres fois, je marchais en faisant mouvoir la fronde, et la figure tracée était formée d'une série de boucles résultant de la combinaison du mouvement rotatif avec la translation horizontale.

» Dans un autre cas, je pris un bâton noir terminé par une boule blanche, et je l'agitai en marchant devant l'écran, de manière à tracer successivement toutes les lettres de mon nom; ma signature se trouva distinctement écrite sur la plaque photographique.

» Dans ces expériences s'est révélée la défectuosité de mon installation actuelle au point de vue de la construction de l'écran. Comme l'objectif reste entièrement ouvert pendant un temps assez long, la moindre lumière agit sur l'épreuve d'une façon très marquée : des poteaux noirs qui soutiennent les châssis inclinés, étant exposés au soleil, apparaissent très distinctement dans l'image. Aussi ai-je l'intention de substituer aux écrans inclinés une sorte de hangar profond, complètement noir à l'intérieur.

» En somme, l'expérience que je viens d'exposer a eu un plein succès, puisque je suis arrivé à photographier des mouvements beaucoup plus rapides que ceux qui se produisent dans la locomotion des animaux.

» *Indication de la vitesse que possède à chaque instant le corps dont on photographie la trajectoire.* — Pour obtenir cette indication, il faut, à des intervalles connus, égaux entre eux et aussi courts que possible, produire des intermittences dans l'arrivée de la lumière à l'intérieur de l'appareil photographique. Ces éclipses successives se traduisent par des interruptions de la courbe, et celle-ci apparaît formée de points ou de traits juxtaposés, selon la vitesse du mouvement. Ainsi, dans la trajectoire d'une pierre qu'on lance, la ponctuation est très serrée à la partie supérieure de la courbe, c'est-à-dire quand la vitesse est minimum, puis ces points s'allongent et se transforment en traits de longueurs croissantes à mesure que s'accélère la chute de la pierre.

» Pour obtenir ces intermittences dans l'éclairage, je fais tourner, devant l'objectif, au moyen d'un rouage uniforme, une roue qui fait 10 tours par seconde. Cette roue porte dix rayons dont chacun, à son passage, interrompt l'éclairage. Ces éclipses se reproduisent donc 100 fois par seconde; il s'ensuit que, dans la photographie, la longueur comprise entre deux points ou deux traits consécutifs représente, à une échelle connue, l'espace parcouru par le corps en $\frac{1}{100}$ de seconde.

» *Détermination des synchronismes entre les courbes du mouvement de différentes parties du corps.* — Jusqu'ici nous n'avons déterminé que les caractères du mouvement de différentes parties du corps considérées chacune

isolément; mais il est d'une grande importance, pour l'analyse de la locomotion, de connaître les mouvements relatifs de ces différentes parties; on sait, par exemple, que, dans la marche, la jambe et le bras d'un même côté exécutent des mouvements de sens inverse. Il n'est pas moins nécessaire de déterminer les rapports qui existent entre les soulèvements ou réactions du corps d'un cheval et les actions de ses membres, entre les oscillations du corps d'un oiseau et les mouvements de ses ailes, etc. Pour indiquer les positions relatives de différentes parties du corps à un même instant, il faut produire à cet instant un signe particulier dans chacune des courbes tracées. Ce signe servira de repère pour montrer la position que chacun des points considérés occupait à un même moment.

» A cet effet, je donne à l'un des rayons de la roue interruptrice une largeur double de celle des autres : il s'ensuit, dans la courbe tracée, une éclipse plus longue au moment où passe ce rayon. Ces repères suffisent pour déterminer sans hésitation les positions relatives des différents points du corps à chaque dixième de seconde.

» Cette disposition présente encore un autre avantage, celui de faciliter l'évaluation des temps; rien n'est plus facile, en effet, que de compter les groupes de dix points que séparent deux repères consécutifs sur les courbes photographiques.

» J'ai déjà commencé l'application de cette méthode à l'analyse de la locomotion de l'homme, et je compte, aussitôt que mon installation sera plus parfaite, l'appliquer aux divers genres de locomotion. Il est à peine nécessaire de dire que la photographie des trajectoires permettra de résoudre expérimentalement, avec une facilité singulière, certains problèmes de Cinématique, dont la solution par le calcul pourrait offrir d'assez grandes difficultés. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la sensibilité des lobes cérébraux chez les Mammifères.* Note de M. **Vulpian.**

« M. L. Couty a communiqué à la Société de Biologie, en 1880 [1], les résultats d'expériences faites pour étudier l'action des excitants mécaniques sur les régions de l'écorce cérébrale que l'on a considérées comme motrices. Il note que MM. Hitzig, Franck et Pitres auraient signalé très explicite-

[1] L. Couty, *Sur l'excitabilité mécanique de l'écorce cérébrale* (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, 1880, p. 46).

ment avant lui ce mode d'excitabilité de ces régions du cerveau et que M. Duret l'aurait peut-être admis implicitement. M. Couty a vu, sous l'influence des excitations mécaniques des zones corticales motrices du cerveau, des mouvements se produire chez des chiens. Une condition lui a paru nécessaire pour que ces mouvements aient lieu, c'est que l'écorce cérébrale soit très excitable : il a pu augmenter l'excitabilité normale de cette écorce en y déterminant une inflammation d'un certain degré d'intensité, soit par la simple mise à nu de la région du cerveau sur laquelle il se proposait d'opérer le lendemain, soit par des irritations de nature variée. Le tissu nerveux, devenu un peu plus consistant par suite de l'inflammation, pouvait être rayé ou frotté plusieurs fois de suite dans les mêmes points sans se réduire en pulpe molle, sans se détruire en un mot. Les effets obtenus dans les expériences de M. Couty ont été de deux ordres : d'une part, des contractions de certains muscles du côté opposé du corps et, d'autre part, des mouvements dans le côté correspondant au lobe cérébral excité; dans certains cas même, des mouvements plus ou moins généralisés ont été observés. Les premiers de ces effets sont seuls semblables à ceux qui se manifestent sous l'influence des excitations électriques de la surface des régions dites motrices de l'écorce cérébrale; les autres doivent évidemment être regardés, ainsi que le dit M. Couty, comme des mouvements réflexes, c'est-à-dire comme des résultats d'irritation sensitivo-motrice.

» J'ai fait un assez grand nombre d'expériences, à diverses reprises, dans le but de m'assurer du degré d'excitabilité mécanique de l'écorce grise du cerveau. Chez les Mammifères (chien, chat, lapin), à l'état sain, je n'ai jamais vu le moindre mouvement se produire, soit dans les membres du côté opposé, soit dans ceux du même côté, soit dans la face, lorsque je frottais, à l'aide d'une petite éponge, ou d'un lambeau d'amadou, ou d'un instrument mousse quelconque, ou enfin avec les pointes d'une pince à dissection, la surface du cerveau, dans les points dont l'excitation galvanique ou faradique déterminait des mouvements très accusés des membres ou de la face du côté opposé. Ainsi, chez le chien et chez le chat, après avoir bien reconnu les points du gyrus sigmoïde et de la circonvolution voisine sur lesquels il fallait appliquer les excitateurs d'un appareil à courants faradiques, pour voir se produire des mouvements soit du membre antérieur, soit du membre postérieur, soit de la moitié de la face du côté opposé, je soumettais ces mêmes points aux excitations mécaniques les plus variées, et jamais je n'ai vu se montrer la moindre contraction musculaire. Si donc on a pu, dans de telles conditions, provoquer, par les excitations

mécaniques de l'écorce grise du cerveau, des mouvements de telle ou telle partie du corps, c'est un résultat tellement exceptionnel qu'il est permis de se demander si l'on n'a pas été induit en erreur par quelque circonstance accidentelle.

» Les résultats ont été négatifs aussi lorsque j'ai répété ces essais, après avoir fait naître un état inflammatoire de la surface du gyrus sigmoïde par l'application de teinture ou d'emplâtre de cantharides, ou encore d'essence de moutarde, ou de nicotine. L'excitation de la surface de cette circonvolution, faite à l'aide de moyens mécaniques divers, n'a pas produit le plus faible mouvement dans une partie quelconque du corps.

» Je ne mets pas en doute cependant les résultats constatés par M. Couty, qui est un observateur très attentif; mais je me crois en droit de dire que les mouvements qu'il a provoqués en excitant l'écorce cérébrale, après y avoir déterminé une inflammation préalable, ne doivent pouvoir être observés que dans certaines conditions tout à fait spéciales, et très différentes sans doute de celles dans lesquelles je me suis placé. D'ailleurs, les résultats de mes expériences de ces dernières années sont conformes à ceux que tous les anciens expérimentateurs avaient obtenus et à ceux que j'avais consignés dans mes leçons de Physiologie générale du système nerveux en 1864.

» Si mes expériences n'ont pas confirmé celles de M. Couty, relativement aux mouvements provoqués par des excitations mécaniques de l'écorce grise cérébrale, elles m'ont permis de constater des effets analogues à ceux qu'il envisage comme des troubles moteurs réflexes et qui sont dus, non plus à la mise en jeu, par les agents mécaniques, de fonctions motrices de certaines régions de l'écorce cérébrale, mais à l'excitation, au moyen de ces agents, de la sensibilité de ces régions des centres nerveux.

» On sait que les excitations galvaniques ou faradiques de la surface du gyrus sigmoïde, chez le chien, déterminent un certain degré de douleur, même quand les excitateurs sont très éloignés des lambeaux de la dure-mère, qui sont doués d'une grande sensibilité. Ce sont les points dont l'excitation électrique produit des mouvements, soit dans le membre postérieur, soit dans le membre antérieur du côté opposé, qui paraissent être les plu sensibles, tout en étant bien moins sensibles que la dure-mère.

» Les excitations mécaniques de la surface du gyrus sigmoïde n'ont jamais provoqué d'indices de douleur, dans mes expériences ([1]). C'est en-

([1]) Les expériences ont été faites le plus souvent sur des animaux engourdis par une in-

core un point à propos duquel je n'ai pas constaté les mêmes résultats que M. Couty. Mais ces mêmes excitations, lorsqu'elles étaient faites sur les parties profondes de l'écorce cérébrale, au niveau du gyrus, ou sur les parties sous-corticales de la substance blanche du lobe cérébral mis en expérience, ont déterminé, dans la plupart des cas, des signes non équivoques de souffrance.

» Lorsqu'on fait pénétrer les fils métalliques d'un excitateur dans les points dits moteurs du gyrus sigmoïde et qu'on fait passer par cet excitateur un courant faradique d'intensité moyenne, on voit que les mouvements provoqués dans les membres du côté opposé deviennent de plus en plus forts au fur et à mesure que les fils conducteurs s'enfoncent dans la substance cérébrale, à la condition toutefois qu'ils rencontrent les fibres du noyau blanc du lobe cérébral qui vont se rendre dans ces régions du gyrus. Les mouvements ainsi produits sont absolument de même forme que ceux qui ont lieu par la faradisation de la surface du gyrus sigmoïde; ils n'en diffèrent que parce qu'ils sont plus étendus et plus énergiques. De même, la douleur déterminée par la faradisation de la surface du gyrus devient un peu plus vive lorsque l'excitation électrique atteint la substance blanche sous-corticale. Il n'y a donc rien de surprenant à ce que les excitations mécaniques, qui ne sont pas douloureuses lorsqu'elles portent sur la surface du gyrus sigmoïde, provoquent de la douleur quand elles atteignent les parties sous-corticales de cette région du cerveau. J'ajoute que les excitations mécaniques de ces parties sous-corticales du cerveau n'ont jamais provoqué de mouvements bornés à l'un ou à l'autre des membres du côté opposé.

» La sensibilité de la substance des lobes cérébraux est d'ailleurs incontestablement obtuse. Les signes de douleur ne se manifestent pas d'une façon constante et les gémissements plaintifs qui se font entendre sous

---

jection de chloral hydraté dans une des veines saphènes, ou, plus rarement, dans le tissu cellulaire sous-cutané. On soumettait le gyrus à des excitations électriques ou mécaniques, lorsque l'engourdissement chloralique commençait à se dissiper et que les animaux avaient repris en partie leur sensibilité normale.

Sur quelques animaux on avait pratiqué une injection intra-veineuse de chlorhydrate de morphine, au moment où les effets du chloral avaient presque complètement disparu. Les excitations faradiques de la surface du gyrus, faites alors sur les points considérés comme des centres moteurs, ont déterminé plusieurs fois, après l'interruption de l'électrisation, des accès de tic choréiforme borné aux membres et à la moitié de la face du côté opposé, ou même à l'un de ces membres, et d'une durée de 20 à 30 secondes.

l'influence des excitations mécaniques ne sont jamais ni forts, ni très répétés : l'agitation qui accompagne parfois ces gémissements n'est pas non plus considérable.

» Les manifestations de sensibilité s'observent surtout après que l'on a déjà excité deux ou trois fois la substance blanche sous-corticale. L'irritation expérimentale déjà subie par cette substance exagère donc sa sensibilité. Il est ainsi très probable que les irritations morbides peuvent y produire une exaltation qui se traduit par de la douleur.

» Les régions de la substance blanche situées au-dessous du gyrus sigmoïde sont celles dont les excitations mécaniques mettent le mieux en évidence la faible sensibilité. Les autres régions de la substance blanche des lobes cérébraux ne m'ont pas paru absolument insensibles, mais mes expériences n'ont pas été assez variées pour me permettre d'être affirmatif sur ce point. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un opuscule de M. *F. Plateau*, intitulé « Recherches expérimentales sur les mouvements respiratoires des Insectes ».

M. **A. Vaison** adresse une Note relative à l'observation d'une comète, faite à Saint-Denis (île de la Réunion), le 16 juin 1882.

L'astre était à 10° environ au-dessus de l'horizon, dans le signe du Cancer ou de l'Ecrevisse, et à l'ouest de Vénus. Le noyau avait un éclat comparable à celui d'une étoile de deuxième grandeur.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Remarques concernant le problème de Kepler.* Note de M. R. Radau.

« Pour résoudre l'équation $E = M + e \sin E$, il suffit généralement de recourir à la méthode indirecte recommandée par Gauss : on remplace $\sin E$ par $\sin E_0$, en prenant pour E_0 un nombre compris entre M et $M \pm e$, et l'on trouve ainsi une première valeur approchée E_1, que l'on corrige en aisant

$$E_2 = E_1 + \frac{E_1 - E_0}{\frac{\mu}{\lambda} - 1},$$

où λ, μ sont les différences tabulaires de $\log \sin E_0$ et de $\log e \sin E_0$; le rapport $\frac{\lambda}{\mu}$ est égal à $e \cos E_0$. On répète l'opération, si $E_3 = M + e \sin E_2$ diffère encore de E_2. Pour prendre un exemple, soit $e = 5°20'27''$, $M = 56°9'7'',4$; en faisant $E_0 = M + e = 61°29'$, on aura

$$E_1 = 60°50'42'', \quad E_2 - E_1 = -\frac{2298''}{\frac{2570}{115} - 1} = -107'',6,$$

d'où $E_2 = 60°48'54'',4$, au lieu de $60°48'53'',8$, avec une erreur de $0'',6$ seulement. On voit que cette méthode ne laisse rien à désirer au point de vue de la rapidité, au moins si l'excentricité n'est pas très forte. Il importe de choisir convenablement E_0. Mais les Tables que M. Doberck a publiées en 1878 (*A. N.*, 2202) donnent directement E, à quelques minutes près, pour les ellipses d'une excentricité quelconque, ce qui lève toute difficulté à cet égard.

» A défaut de ces Tables, on a les formules d'approximation où l'influence de l'erreur de E_0 est atténuée par l'introduction du rapport $\frac{\sin(e \sin E_0)}{\sin E_0} = e - \frac{1}{6} e^3 \sin^2 E_0 + \ldots$, et qui sont contenues dans les suivantes :

$$\cot E = \cot M - \frac{\sin(e \sin E_0)}{\sin M \sin E_0},$$

$$\frac{\tang(E - \frac{1}{2}M)}{\tang \frac{1}{2}M} = \frac{\tang \frac{1}{2}(E_0 + e \sin E_0)}{\tang \frac{1}{2}(E_0 - e \sin E_0)} = \tang^2(45° + \tfrac{1}{2}\varepsilon), \quad \sin \varepsilon = \frac{\sin(e \sin E_0)}{\sin E_0}.$$

» Comme l'a fait remarquer M. Karlinski, ε varie très peu, puisque $\sin \varepsilon = e$ pour $E_0 = 0$, et $\varepsilon = e$ pour $E_0 = 90°$. En faisant $E_0 = 0$, on aurait la formule de Wolfers,

$$\cot E = \frac{\cos M - e}{\sin M}, \quad \tang(E - \tfrac{1}{2}M) = \frac{1 + e}{1 - e} \tang \tfrac{1}{2}M.$$

» En faisant $E_0 = 90°$, on trouve

$$\cot E = \frac{\cos M - \sin e}{\sin M}, \quad \tang(E - \tfrac{1}{2}M) = \tang^2(45° + \tfrac{1}{2}e) \tang \tfrac{1}{2}M.$$

» Ces formules répondent à des hypothèses extrêmes ; il est clair que l'approximation sera meilleure en prenant pour E_0 un nombre compris

entre M et $M \pm e$, limites générales des valeurs de E. Avec les données adoptées plus haut ($e = 0,0932168$), on aurait

E_0.	ε.	E.
o............	5°.20′.55″	60°.48′.73″,5
M...........	36	55,4
$M + e$........	34	53,5
90°..........	27	47,6

et il saute aux yeux qu'en prenant $M < E_0 < M + e$ on doit trouver pour l'anomalie excentrique E une valeur approchée à moins de 2″ près, tandis que pour $E_0 = 90°$ l'écart est de 6″, et pour $E_0 = 0$ de 20″. Avec $E_0 = M + e$, on trouve E à 0″,3 près. En tout cas, nous avons ici, pour E, deux limites qui ne diffèrent que de 1″,9.

» La formule de M. Zenger répond à l'hypothèse $E_0 = 90°$; on l'obtient en remplaçant $\sin e$ par $\frac{e}{1 + \frac{1}{6}\sin^2 e + \frac{3}{40}\sin^4 e}$, transformation qui la rend impropre au calcul numérique. Comme on vient de le voir, elle doit donner $E = 60°48'48''$, avec un écart de 6″ seulement. En effet, l'écart de 120″ trouvé par M. Zenger provient d'une erreur de calcul. »

ASTRONOMIE. — *Observations des protubérances, des facules et des taches solaires, faites à l'Observatoire royal du Collège romain, pendant le premier semestre* 1882; par M. **P. Tacchini.**

« Dans une Note du 17 mars 1882, j'ai appelé l'attention de l'Académie sur la régularité observée dans les oscillations, du nord au sud, de la fréquence des protubérances, par trimestre, pendant l'année entière 1881. Je puis maintenant ajouter que les observations faites pendant le premier semestre de 1882 confirment la règle. Je donne ici les différences des fréquences relatives, réduites à l'unité, pour les deux hémisphères, mois par mois, en y ajoutant même les différences pour les taches et les facules, à partir de janvier 1881.

Années.	Mois.	Protubérances N — S.	Taches N — S.	Facules N — S.
1881.	Janvier............	0,00	— 0,10	0,00
»	Février............	— 0,18	+ 0,06	+ 0,14
»	Mars..............	— 0,02	— 0,20	+ 0,20
»	Avril..............	+ 0,20	— 0,26	+ 0,16
»	Mai...............	+ 0,08	— 0,02	+ 0,16
»	Juin..............	+ 0,02	— 0,16	— 0,15

Années.	Mois.	Protubérances N — S.	Taches N — S.	Facules N — S.
1881.	Juillet	— 0,08	+ 0,20	+ 0,06
»	Août	— 0,20	— 0,12	+ 0,12
»	Septembre	— 0,02	+ 0,40	+ 0,16
»	Octobre	+ 0,04	+ 0,30	+ 0,22
»	Novembre	+ 0,16	+ 0,42	+ 0,28
»	Décembre	— 0,04	+ 0,20	+ 0,28
1882.	Janvier	— 0,04	— 0,04	+ 0,16
»	Février	— 0,04	— 0,04	+ 0,20
»	Mars	— 0,08	— 0,16	+ 0,08
»	Avril	+ 0,20	0,00	0,00
»	Mai	— 0,10	+ 0,04	+ 0,14
»	Juin	+ 0,04	+ 0,12	+ 0,12

» On voit que, pour les protubérances, les oscillations du nord au sud sont régulières et périodiques, tandis que, pour les taches, la période d'oscillation est moins manifeste. C'est seulement dans les trois derniers trimestres de la série que les oscillations des taches s'accordent avec les oscillations des protubérances. Pour les facules, la période manque entièrement : c'est seulement pour l'un des mois de la série que la fréquence des facules est plus grande au sud.

» Pour ce qui concerne la distribution et la fréquence des protubérances, des taches et des facules, dans les différentes zones au nord et au sud de l'équateur solaire, nous avons pu utiliser 20 jours d'observation en janvier, 20 en février, 16 en mars, 12 en avril, 20 en mai, y compris 4 jours d'observations faites à Souhag en Egypte et 22 en juin. Voici les nombres obtenus :

Latitudes héliograph.	Premier trimestre 1882. Protub.	Facules.	Taches.	Latitudes héliograph.	Deuxième trimestre 1882. Protub.	Facules.	Taches.
90 + 70	14	0	0	90 + 70	47	0	0
70 + 50	102	0	0	70 + 50	56	0	0
50 + 30	67	17	0	50 + 30	66	12	0
30 + 10	99	103	33	30 + 10	101	90	30
10 . 0	29	17	6	10 . 00	31	23	5
0 — 10	18	30	18	0 — 10	35	26	10
10 — 30	110	71	28	10 — 30	101	74	22
30 — 50	105	1	0	30 — 50	71	5	0
30 — 70	99	0	0	50 — 70	72	0	0
70 — 90	12	0	0	70 — 90	18	0	0

» Les taches et les facules présentent toujours deux maxima, entre

± 10° et ± 30°, comme dans le dernier trimestre 1881; les facules s'étendent à des latitudes plus élevées que les taches. Les protubérances figurent dans toutes les zones : aux maxima des taches et des facules correspondent aussi des maxima des protubérances; dans le premier trimestre, on trouve même des maxima des protubérances là où il n'y a pas de taches ou de facules.

» Voici maintenant les résultats que nous avons obtenus pour chaque mois concernant les protubérances solaires.

1882.	Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.
Nombre moyen des protubérances par jour	9,6	11,1	13,1	12,0	8,9	12,3
Hauteur moyenne des protubérances..	46″,0	44″,8	44″,7	44″,3	43″,6	45″,2
Extension moyenne des protubérances.	2°,7	2°,2	2°,1	2°,1	2°,2	2°,2

» Le minimum des protubérances, déjà signalé en décembre 1881, s'est prolongé au mois de janvier 1882; depuis cette époque, la fréquence augmente jusqu'au mois de mars, tandis que la hauteur moyenne et l'extension sont quelque peu plus petites. Un autre minimum bien marqué, dans la fréquence comme dans la hauteur des protubérances, s'est produit dans le mois de mai. »

MÉCANIQUE. — *Sur les vibrations longitudinales des barres élastiques dont les extrémités sont soumises à des efforts quelconques.* Note de MM. **Sébert** et **Hugoniot** (¹).

« V. Si, dans la formule

$$\varphi'(\zeta) = f\left(\frac{\zeta - l}{a}\right) - f\left(\frac{\zeta - 3l}{a}\right) + f\left(\frac{\zeta - 5l}{a}\right) - \dots,$$

on remplace ζ par $x + at$, on obtient

$$\varphi'(x + at) = f\left(t + \frac{x}{a} - \frac{l}{a}\right) - f\left(t + \frac{x}{a} - \frac{3l}{a}\right) + f\left(t + \frac{x}{a} - \frac{5l}{a}\right) - \dots.$$

» De même, remplaçant, dans la valeur de $\psi'(-\zeta) = \varphi'(\zeta)$, $-\zeta$ par $x - at$, on a

$$\psi'(x - at) = f\left(t - \frac{x}{a} - \frac{l}{a}\right) - f\left(t - \frac{x}{a} - \frac{3l}{a}\right) + f\left(t - \frac{x}{a} - \frac{5l}{a}\right) - \dots.$$

(¹) *Comptes rendus*, séance du 31 juillet 1882.

» La dilatation linéaire $\frac{du}{dx} = \varphi'(x + at) + \psi'(x - at)$ est donc

$$\frac{du}{dx} = f\left(t + \frac{x}{a} - \frac{l}{a}\right) + f\left(t - \frac{x}{a} - \frac{l}{a}\right) - f\left(t + \frac{x}{a} - \frac{3l}{a}\right) - f\left(t - \frac{x}{a} - \frac{3l}{a}\right) + \cdots$$

» Le produit $\mathrm{E}\omega \frac{du}{dx}$ représente l'effort supporté par la section correspondante de la barre, et, comme on a posé $f(t) = \frac{\mathrm{F}(t)}{\mathrm{E}\omega}$, il est visible que

$$\begin{aligned}\mathrm{E}\omega \frac{du}{dx} = \mathrm{F}\left(t + \frac{x}{a} - \frac{l}{a}\right) + \mathrm{F}\left(t - \frac{x}{a} - \frac{l}{a}\right)\\ - \mathrm{F}\left(t + \frac{x}{a} - \frac{3l}{a}\right) - \mathrm{F}\left(t - \frac{x}{a} - \frac{3l}{a}\right) + \cdots\end{aligned}$$

» Si l'on fait, dans cette formule, $x = l$, on trouve $\mathrm{E}\omega \frac{du}{dx} = \mathrm{F}(t)$, comme cela devait être.

» Si l'on y fait $x = 0$, on obtient l'effort supporté par la section d'encastrement.

$$\left(\mathrm{E}\omega \frac{du}{dx}\right)_{x=0} = 2\mathrm{F}\left(t - \frac{l}{a}\right) - 2\mathrm{F}\left(t - \frac{3l}{a}\right) + 2\mathrm{F}\left(t - \frac{5l}{a}\right) - \cdots$$

» Tant que t reste inférieur à $\frac{3l}{a}$, le premier terme du second membre est seul différent de zéro, de sorte que l'effort supporté à l'instant t par la section encastrée est double de la valeur que possédait la force à l'instant $t - \frac{l}{a}$.

» La vitesse du mouvement vibratoire est donnée par la formule

$$\frac{du}{dt} = a[\varphi'(x + at) - \psi'(x - at)],$$

d'où l'on tire

$$\begin{aligned}\frac{1}{a}\frac{du}{dt} = f\left(t + \frac{x}{a} - \frac{l}{a}\right) - f\left(t - \frac{x}{a} - \frac{l}{a}\right)\\ - f\left(t + \frac{x}{a} - \frac{3l}{a}\right) + f\left(t - \frac{x}{a} - \frac{3l}{a}\right) + \cdots\end{aligned}$$

» Si l'on fait $x = l$, on trouve

$$\left(\frac{1}{a}\frac{du}{dt}\right)^{x=l} = f(t) - 2f\left(t - \frac{2l}{a}\right) + 2f\left(t - \frac{4l}{a}\right) - 2f\left(t - \frac{6l}{a}\right) + \cdots$$

» Lorsque t est inférieur à $\frac{2l}{a}$, tous les termes du second membre sont

nuls, à l'exception du premier; on a simplement

$$\frac{du}{dt} = af(t) = \frac{a}{E\omega}F(t);$$

la vitesse est égale à celle que communiquerait la force, pendant un temps infiniment petit dt, à une portion de la barre de longueur $a\,dt$; elle est ainsi indépendante de la longueur de la barre, et, par suite, de sa masse totale.

» Si l'on considère un point quelconque dont l'abscisse est x, tant que t est inférieur à $\frac{l+x}{a}$, on a

$$\frac{du}{dx} = f\left(t + \frac{x}{a} - \frac{l}{a}\right), \quad \frac{1}{a}\frac{du}{dt} = f\left(t + \frac{x}{a} - \frac{l}{a}\right);$$

par conséquent $\frac{du}{dt} = a\frac{du}{dx}$; la vitesse s'obtient en multipliant la dilatation linéaire par la vitesse du son. Mais cette loi cesse d'être exacte quand le temps t devient supérieur à $\frac{l+x}{a}$.

» VII. Il n'est pas difficile de trouver la signification des formules qui donnent $\frac{du}{dx}$ et $\frac{du}{dt}$. Les efforts exercés à l'extrémité libre se transmettent intégralement de proche en proche vers le point d'encastrement. Là ils éprouvent une réflexion sans changement de signe et reviennent vers l'extrémité libre où ils subissent une nouvelle réflexion, mais cette fois avec changement de signe; puis ils continuent indéfiniment à suivre la même marche. La vitesse de propagation est égale à a; et il en résulte qu'au bout d'un temps $\frac{4l}{a}$, l'effort transmis est revenu au même point avec le même signe et le même sens de propagation; au bout d'un temps $\frac{2l}{a}$, l'effort est revenu au même point, mais il a changé de signe.

» Quant aux vitesses $\frac{a}{E\omega}F(t)$ que la force imprime à chaque instant à l'extrémité libre, elles se transmettent d'une façon tout à fait analogue, avec cette différence toutefois qu'elles éprouvent à l'extrémité encastrée une réflexion avec changement de signe et à l'autre extrémité une réflexion sans changement de signe.

» Les efforts produits par ces différentes ondes s'ajoutent les uns aux autres, conformément au principe de superposition, qui résulte d'ailleurs immédiatement ici de la proportionnalité des efforts aux dilatations.

» Si la force cesse d'agir à partir d'un temps T, le mouvement périodique s'établit; mais les valeurs de $\frac{du}{dx}$ et de $\frac{du}{dt}$ ne cessent pas d'être représentées par les formules précédentes, si l'on considère la fonction $f(t)$ comme nulle pour toutes les valeurs de la variable supérieure à T.

» On examinera prochainement le cas où l'extrémité de la barre, opposée à celle qui subit l'action de la force, est libre au lieu d'être encastrée; puis on montrera comment la méthode s'applique aux problèmes de choc et conduit à la solution complète de celui que Navier a traité pour la première fois dans son Mémoire sur les ponts suspendus. »

PHYSIQUE. — *Sur l'élasticité des gaz raréfiés.* Note de M. **E.-H. Amagat.** (Extrait par l'auteur.)

« Ce sujet a déjà été traité par MM. Mendeleef, Kirpitchoff et Hemilian, par M. Siljerström et par moi. Ces recherches ayant conduit à des résultats différents, j'ai cru devoir reprendre mes expériences, en perfectionnant notablement mon appareil, notamment en ce qui concerne la mesure des pressions, qui est la seule difficulté spéciale à ce travail. La méthode que j'ai employée ayant été déjà décrite dans les *Annales de Chimie et de Physique*, t. VIII, 1876, j'insisterai seulement sur la modification que j'ai fait subir au baromètre différentiel : c'est la pièce essentiellement délicate de l'appareil, dont, du reste, toutes les autres parties ont été aussi considérablement améliorées. Ce baromètre se compose d'un tube unique de verre, se bifurquant à $0^m,70$ à peu près au-dessus du niveau du mercure dans la cuvette en deux branches cylindriques plus larges, dont l'une forme la chambre barométrique et l'autre est mise en communication avec l'espace rempli de gaz dont on a à mesurer la pression; il résulte immédiatement de cette disposition qu'on n'a pas à s'occuper de la différence de température des deux colonnes mercurielles, qui sont ici réunies en une seule à une petite distance au-dessous des ménisques. Les parties bifurquées sont prolongées en haut par des tiges de très petit diamètre, portant chacune un robinet de verre et venant se rejoindre de nouveau en une tige unique; le reste de l'appareil est disposé de façon qu'on puisse, grâce à cette disposition, charger le manomètre en place par le procédé généralement adopté aujourd'hui, qui consiste à y faire d'abord le vide avec une pompe de Sprengel; celle-ci fonctionnait, du reste, pendant tout le temps du remplissage, de manière à entretenir continuel-

lement le vide sec par l'intermédiaire d'un tube à acide phosphorique; on a évité toute succion d'air par la pointe effilée, en recouvrant la surface du mercure d'une couche d'acide sulfurique qui restait dans la cuvette pendant toutes les expériences; sur la branche unique inférieure, un robinet de verre permet, en le fermant, de transformer le baromètre différentiel en baromètre tronqué ordinaire, et d'écarter ainsi les erreurs dues aux variations de la pression atmosphérique, ce qui est extrêmement important.

» Pour éviter, dans les limites du possible, les erreurs dues à la réfraction et à la capillarité, les deux branches du manomètre, avant d'être soudées à la tige unique, ont été rodées et polies à l'intérieur, avec le même mandrin de cuivre, de manière à être rendues parfaitement cylindriques; on a ensuite taillé à l'extérieur une facette plane, bien parallèle aux génératrices du cylindre intérieur; ceci fait, on a soudé les pièces et l'on a pris les précautions nécessaires pour maintenir les facettes planes rigoureusement dans le même plan.

» Ces pièces sont très difficiles à obtenir : un grand nombre cassent ou se fendent, soit pendant le rodage, soit pendant qu'on fait les soudures, ou même après que celles-ci sont faites. Les cylindres ont été rodés et taillés par M. Lutz; les manomètres ont été terminés ensuite par M. Alvergniat, c'est-à-dire qu'ils ont été faits avec toute l'habileté et toute la perfection désirables.

» Pour éviter les erreurs de capillarité, on avait donné aux cylindres $0^m,02$ de diamètre intérieur; ils étaient du reste, évidemment, parfaitement égaux : il a été facile de constater que le mercure s'y équilibrait bien sous le fil du cathétomètre.

» Je n'insisterai pas sur les précautions que j'ai prises relativement à l'éclairage du ménisque (au moyen d'un faisceau de lumière électrique tamisé à travers une colonne d'eau colorée avec un peu de bichromate de potasse) pour être certain de viser la partie supérieure de celui-ci; il y a là une cause d'erreur bien plus fréquente qu'on ne le pense généralement, notamment quand on projette en noir la silhouette du ménisque sur un fond lumineux.

» Les mesures ont été faites avec un petit cathétomètre d'une disposition particulière, donnant le $\frac{1}{200}$ de millimètre, à la lecture, et que j'ai fait construire par M. Benevolo, dans l'atelier de mon service, spécialement pour ces recherches.

» Dans mon premier travail, j'étais descendu seulement à $6^{mm},5$ de pression; j'ai opéré souvent, cette fois, sous des pressions inférieures à $0^m,001$.

Je suis toujours arrivé à ce résultat, que l'écart est de l'ordre de grandeur des erreurs dont on ne peut répondre; en effet, pour des pressions initiales de 0,012 (en chiffres ronds), deux séries composées de résultats assez nombreux et bien concordants ont donné pour valeur de $\frac{pv}{p'v'}$ (on avait sensiblement $v = 2v'$) les nombres 0,9986 et 1,0020 relatifs à l'air; pour les pressions initiales comprises entre $0^m,003$ et $0^m,004$, les résultats ont varié entre 0,9999 et 1,0040; enfin, pour les pressions voisines de $0^m,001$, les résultats extrêmes sont 0,9990 et 1,015; cette divergence correspond à une erreur de $0^m,015$ sur la mesure de la pression : tous ces chiffres sont des moyennes.

» Dans ses expériences, M. Mendeleef obtenait une série de produits pv : cette condition paraît plus favorable pour montrer comment varient ces produits; d'après M. Mendeleef, ils iraient en décroissant avec la pression, à partir d'une certaine pression qui serait de $0^m,60$ pour l'air; pour ne pas se faire d'illusion à cet égard, il est bon d'observer que toute cause sensiblement constante d'erreur, dans l'estimation des pressions, portant sur des pressions de plus en plus petites, et donnant, par conséquent, une erreur relative de plus en plus grande, produira l'illusion d'une augmentation ou d'une diminution régulière des produits pv; c'est ce qui doit résulter, par exemple, du défaut de vide absolu dans la chambre barométrique, ne serait-ce qu'à cause de l'effet produit par la vapeur mercurielle.

» En résumé, un examen minutieux des erreurs possibles m'a montré qu'alors même qu'on pourrait atteindre dans les lectures le degré de précision dont parle M. Mendeleef (des millièmes de degré et des millièmes de millimètre), cette pression serait illusoire à côté des erreurs provenant de causes multiples, telles que les erreurs de réfraction et de capillarité, qui, même en prenant les précautions que j'ai indiquées, ne sont jamais absolument annulées; l'erreur due à l'imperfection forcée de la chambre barométrique, qui, faisant paraître toutes les pressions un peu trop faibles, tend précisément à produire l'illusion d'un écart négatif; l'erreur due à la condensation des gaz sur les parois des vases ou même sur le mercure, etc., etc.

» En admettant une erreur comprise entre un et deux centièmes de millimètre, ce qui n'a rien d'exagéré, on arrive à des divergences de l'ordre de grandeur des écarts trouvés : il est donc impossible de se prononcer ni sur le sens ni même sur l'existence de ces écarts. Tout ce qu'on peut dire, c'est qu'aux pressions les plus faibles auxquelles on soit descendu (un millimètre

et même moins, je suis descendu jusqu'à deux dixièmes de millimètre), il ne paraît pas se produire de changement brusque dans la loi de compressibilité des gaz; ils suivent encore la loi de Mariotte à des divergences près dont l'expérience ne peut répondre. Il peut certainement se faire qu'une raréfaction suffisante, agissant comme une grande élévation de température, amène les gaz à suivre la loi $p(v - \alpha) = c$, comme cela a lieu pour l'hydrogène; mais il y a loin de là à l'état limite dont parlent M. Mendeleef et M. Siljerström, état dans lequel les gaz deviendraient infiniment peu compressibles; c'est une pure hypothèse, à laquelle ne paraissent même pas conduire les résultats numériques de M. Siljerström, ainsi que l'a déjà fait remarquer M. Potier dans le *Journal de Physique*.

» L'étude de l'acide carbonique m'a conduit à des conclusions analogues. Pour l'hydrogène, les écarts trouvés ont varié entre — 0,0010 et 0,0028, pour des pressions initiales comprises entre $0^m,003$ et $0^m,006$, en chiffres ronds. »

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *Sur l'influence de la quantité du gaz dissous dans un liquide sur sa tension superficielle.* Note de M. S. **Wroblewski**, présentée par M. Debray.

« On sait depuis longtemps que la dissolution dans un liquide du gaz qui lui est superposé diminue sa tension superficielle. M. Ed. Desains a observé, il y a vingt-cinq ans, que la flèche du ménisque qui terminait l'eau au contact de l'air était un peu plus petite que celle qui était formée avec l'hydrogène et un peu plus grande que celle qui était formée avec l'acide carbonique, c'est-à-dire que la flèche du ménisque baissait à mesure que le gaz était plus soluble. J'ai trouvé que, dans tous les liquides que j'ai étudiés, la tension superficielle au contact de l'air est un peu plus grande qu'au contact de l'acide carbonique. Enfin M. Quincke a montré que, dans le cas de l'ammoniaque et de l'acide chlorhydrique, qui sont très solubles dans l'eau, la diminution de la tension superficielle croissait avec la quantité du gaz dissous. D'un autre côté, on peut citer nombre de cas où l'absence plus ou moins complète de la faculté d'absorber des gaz est chez un liquide toujours accompagnée par une tension superficielle relativement grande, et réciproquement. Ainsi les liquides, dont le coefficient d'absorption est considérable (l'éther, l'alcool, les huiles), ont une faible tension superficielle. Les dissolutions salines, qui absorbent des quantités de gaz beaucoup plus faibles que l'eau, ont la tension superfi-

cielle plus grande que ce dernier liquide, et leur tension augmente avec la quantité du sel dissous, tandis que leur faculté d'absorber des gaz diminue. En réduisant la tension superficielle de l'eau par l'addition de l'alcool, on augmente la solubilité des gaz dans le mélange ainsi formé. Enfin le mercure, dont la tension superficielle est la plus grande parmi tous les liquides, n'absorbe presque pas de gaz.

» On peut commencer l'étude de la corrélation entre ces deux classes de phénomènes en déterminant, d'un côté, les lois de solubilité d'un gaz dans un liquide, et, d'autre part, en mesurant la tension superficielle d'un liquide au contact avec un gaz, dont la solubilité dans la couche superficielle du liquide peut être réglée à volonté par l'augmentation ou la diminution de la pression sous laquelle se trouve ce gaz. Ces expériences sont d'autant plus faciles à exécuter, que la saturation de la couche superficielle du liquide s'opère instantanément et que la tension, qui ne dépend que de l'état de cette couche, suit avec la même vitesse tout changement de la solubilité, c'est-à-dire tout changement de la pression, qui détermine la valeur de cette solubilité.

» Jusqu'à présent on n'a jamais envisagé cette question sous ce point de vue. Au contraire, on a essayé récemment d'établir une théorie des liquides qui, tout en se basant sur les faits qui militent en faveur de l'existence de cette corrélation, nie cette corrélation même. Cette théorie, en attribuant à la pression une influence directe sur la tension superficielle, mène à des conséquences qui sont en contradiction avec les faits. C'est ainsi que M. Kundt, ayant observé que l'ascension du liquide dans le tube capillaire diminue au fur et à mesure de l'augmentation de la pression sous laquelle se trouve le gaz, a tiré de ce fait les conséquences suivantes :

» Il y a une influence de la pression sur la tension superficielle ; la diminution observée doit être considérée comme une tendance du liquide à passer à l'état gazeux ; si l'on pouvait pousser la compression assez loin, non seulement tous les liquides, mais encore les solides, tels que les sels, finiraient par se réduire à la température ordinaire à l'état gazeux, comme cela a lieu sous l'action de la chaleur ; enfin, si l'on opérait à une température un peu plus élevée (M. Kundt n'a fait d'expériences qu'à une seule température), la cohésion étant diminuée par l'augmentation de la température, le décroissement de la tension superficielle sous l'influence de la pression s'effectuerait encore plus vite.

» Ayant déterminé récemment la solubilité de l'acide carbonique dans l'eau sous des pressions de 1^{atm} à 30^{atm}, je me suis proposé de mettre en

évidence et d'établir la corrélation de ces deux classes de phénomènes. Réservant la description de la méthode employée et la communication des données numériques pour un Mémoire spécial, je ne fais qu'énoncer ici les résultats de mes expériences.

» *Sous des pressions de* 1^{atm} *à* 30^{atm}, *il existe une relation remarquable entre les lois de solubilité de l'acide carbonique dans l'eau et la tension superficielle de ce liquide*. Cette relation peut être exprimée de la manière suivante :

» 1. *Le produit de la tension superficielle* α *par la pression* P, *sous laquelle se trouve l'acide carbonique, est proportionnel au coefficient de saturation* S *qui correspond à cette pression*, c'est-à-dire

$$\alpha P = AS,$$

où A est un coefficient qui dépend de la température et croît avec elle.

» *D'après la première loi de la solubilité, la température restant constante,* $\frac{S}{P}$ *diminue à mesure que la pression augmente* (¹). *L'expérience montre que la diminution de* α *est proportionnelle à la diminution de* $\frac{S}{P}$. A l'aide de cette relation des phénomènes de capillarité, on peut calculer ceux de solubilité du gaz et réciproquement.

» 2. *La pression restant constante et égale à n atmosphères (où n est plus grand que* 1), *il résulte des lois de solubilité que le quotient* $\frac{\left(\frac{S}{P}\right)_{P=n}}{\left(\frac{S}{P}\right)_{P=1}}$ *diminue avec l'abaissement de la température. L'expérience montre que dans ce cas le rapport des tensions correspondant à ces pressions* $\frac{\alpha_{P=n}}{\alpha_{P=1}}$ *diminue aussi.*

» Ce résultat est en contradiction évidente avec la théorie de M. Kundt, puisque l'abaissement de la température, au lieu de ralentir le décroissement de la tension superficielle, l'accélère au contraire. Les phénomènes sont donc complètement indépendants de la pression et ne dépendent que de l'état de saturation de la surface du liquide, c'est-à-dire de la quantité du gaz dissous dans la couche superficielle.

» La relation ci-dessus ne s'arrête pas à la pression de 30^{atm}. La solubilité, croissant moins vite que la pression, tend vers une certaine limite qui, à 0°, semble être atteinte au moment de la liquéfaction de l'acide carbonique, puisque ce liquide ne se mélange pas avec l'eau. L'expérience

(¹) *Voir* ma Note, *Comptes rendus*, t. XCIV, p. 1355.

montre que le décroissement de la tension superficielle, se ralentissant avec l'accroissement de la pression, tend aussi vers une certaine limite, qui à 0° est obtenue sous la pression de la liquéfaction de l'acide carbonique; à cet instant la tension superficielle de l'eau est réduite à peu près à la moitié (1).

» Le sulfure de carbone, qui ne se mélange pas non plus avec l'acide carbonique liquéfié, se comporte, au contact de ce gaz, d'une manière analogue. Le décroissement de la tension superficielle s'opère à 0° aussi beaucoup plus vite qu'à une température plus élevée. Il se ralentit et s'arrête sous la pression de la liquéfaction du gaz.

» Dans une prochaine Note, je montrerai que les phénomènes se présentent sous une forme différente aussitôt qu'on a affaire à un liquide qui se mélange en toutes proportions avec l'acide carbonique liquéfié. »

THERMOCHIMIE. — *Relations numériques entre les données thermiques.* Note de M. **D. Tommasi.**

« J'ai trouvé par le calcul la loi suivante :

» *Lorsqu'un métal se substitue à un autre dans une solution saline, la quantité de calories dégagée est, pour chaque métal, toujours la même, quelle que soit la nature de l'acide qui fait partie du sel ou du corps halogène uni au métal.* Le zinc, par exemple, en se substituant au cuivre dans le sulfate cuivrique, dégage $50^{cal},6$; or, la substitution du zinc au cuivre, dans n'importe quel composé cuivrique soluble, dégagera toujours cette même quantité de chaleur.

» Si l'on prenait le cadmium au lieu du zinc, on trouverait $33^{cal},8$; mais cette quantité serait la même pour tous les sels de cuivre. Il en serait de même pour tous les métaux pouvant se substituer, non seulement dans une solution cuivrique, mais encore dans une solution saline quelconque. D'autre part, on sait, d'après les principes de la Thermochimie, que les calories dégagées lors de la substitution d'un métal dans un sel sont égales à la différence des calories de combinaison du composé initial et du composé final. Ainsi les calories dégagées par la substitution du zinc au cuivre, dans le sulfate cuivrique, seront égales à la différence des calo-

(1) Le cas où ces deux liquides sont superposés l'un sur l'autre n'entre pas dans le cadre de cette Communication.

ries de combinaison du sulfate de zinc et du sulfate de cuivre :

$$(SO^4Cu + Zn = SO^4Zn + Cu = 50^{cal},6) = (SO^4Zn - SO^4Cu = 50^{cal},6).$$

» D'après les principes que je viens d'exposer, il doit s'ensuivre que, si la différence de calories de combinaison entre le sulfate de zinc et le sulfate de cuivre est égale à $50^{cal},6$, ce chiffre représentera aussi la différence de calories de combinaison entre le chlorure de zinc et le chlorure de cuivre, le bromure de zinc et le bromure de cuivre, le nitrate de zinc et le nitrate de cuivre, l'acétate de zinc et l'acétate de cuivre, etc., etc.

$$\text{ɔ}SO^4Zn - \text{ɔ}SO^4Cu = 50^{cal},6;\quad \text{ɔ}Cl^2Zn - \text{ɔ}Cl^2Cu = 50^{cal},2\ (^1);$$
$$\text{ɔ}Br^2Zn - \text{ɔ}Br^2Cu = 50^{cal},2;\quad \text{ɔ}(NO^3)^2Zn - \text{ɔ}(NO^3)^2Cu = 50^{cal},2;$$
$$\text{ɔ}(C^2H^3O^2)^2Zn - \text{ɔ}(C^2H^3O^2)^2Cu = 51^{cal},0.$$

» Pour le cadmium, on aurait

$$\text{ɔ}SO^4Cd - \text{ɔ}SO^4Cu = 33^{cal},8;\quad \text{ɔ}Cl^2Cd - \text{ɔ}Cl^2Cu = 33^{cal},6;$$
$$\text{ɔ}Br^2Cd - \text{ɔ}Br^2Cu = 34^{cal},0;\quad \text{ɔ}(NO^3)^2Cd - \text{ɔ}(NO^3)^2Cu = 33^{cal},6.$$

D'une manière générale, si l'on désigne par A, A', A'', ... les halogènes ou les acides et par B, B', B'', ... les métaux, on aura

$$\text{ɔ}AB - \text{ɔ}AB' = \text{ɔ}A'B - \text{ɔ}A'B'.$$

» En me basant sur ces considérations et sur d'autres que je ne puis développer ici, je suis arrivé à pouvoir dresser un Tableau, à l'aide duquel on peut déterminer *a priori* les calories de combinaison de tous les sels solubles, minéraux et organiques. J'ai obtenu ce tableau en retranchant, des calories de combinaison du chlorure de potassium, les calories de combinaison des autres chlorures. Ainsi le chiffre $88^{cal},8$, placé dans le tableau vis-à-vis du zinc, exprime la différence des calories de combinaison entre $2 \times \text{ɔ}KCl - \text{ɔ}Cl^2Zn$. On aurait pu aussi obtenir ce même tableau en prenant la différence entre les calories de combinaison du bromure, iodure, sulfate, etc., de potassium, et les bromures, iodures, sulfates, etc., des autres métaux.

---

(1) Le ɔ, placé devant un sel, indique les calories de combinaison de ce sel.

Tableau des constantes thermiques de substitution du potassium dans diverses solutions salines.

Formule générale : $\Delta = \delta \pm \theta$.

Δ, sel dont on cherche les calories de combinaison ;
δ, calories de combinaison du sel de potassium ayant le même radical acide du sel Δ ;
θ, constante thermique correspondant à la base du sel Δ ;

Valeur de θ par rapport aux poids moléculaire des sels dissous.	cal	*Calories de combinaison des principaux sels potassiques ou sodiques dissous.*	cal
Sels de sodium	4,6	Chlorure de potassium	100,8
Sels d'ammonium	28,1	Bromure »	91,0
Sels de lithium	1,1	Iodure »	74,7
Sels de magnésium	14,6	Cyanure »	86,1
Sels de strontium	6,0	Sulfure »	112,4
Sels de calcium	14,0	Nitrate »	96,1
Sels de zinc	88,8	Nitrite »	91,9
Sels de cadmium	105,4	Iodate »	96,6
Sels d'aluminium	43,0	Sulfate »	196,0
	3 × 43,0	Sulfite de sodium (¹)	186,2
Sels de manganèse	73,6	Chromate »	180,0
Sels de fer (proto)	101,6	Carbonate de potassium	184,8
Sels de fer (per)	116,4	Formiate »	95,7
	3 × 116,4	Acétate »	95,6
Sels de nickel	108,0	Chloracétate de sodium	92,0
Sels de cobalt	106,8	Trichloracétate »	91,7
Sels de cuivre	139,0	Butyrate »	91,3
Sels de mercure	142,0	Valérate »	91,6
Sels de plomb	123,2	Picrate »	91,2
Sels de thallium	62,3	....	....
Sels d'étain	120,4		
Sels d'étain (bi)	44,2		
Sels d'or	147,0		

» Je vais maintenant montrer, par quelques exemples pris au hasard, l'exactitude de la loi et la manière de faire usage du Tableau ci-dessus.

» Soit à déterminer, par exemple, les calories de combinaison du sulfate de magnésium dissous. D'après la formule générale $\Delta = \delta \pm \theta$, on aurait

$$\mathrm{SO^4Mg} = \mathrm{SO^4,K^2} - \theta, \quad \mathrm{SO^4Mg} = 196^{\text{cal}},0 - 14^{\text{cal}},6 = 181^{\text{cal}},4.$$

Trouvé par expérience : $181^{\text{cal}},0$.

(¹) Pour passer d'un sel de potassium au sel de sodium correspondant, il suffit de retrancher de la formule générale $4^{\text{cal}},6$ ou $2 \times 4^{\text{cal}},6$, suivant que le métal est monoatomique ou biatomique. Cette formule devient par conséquent $\Delta = \delta \pm \theta - n\,4^{\text{cal}},6$.

» Pour les calories de combinaison du chlorure de zinc, on aurait

$$\text{ɔ}Cl^2Zn = 2ClC - \theta,$$

$$\text{ɔ}Cl^2Zn = 2 \times 100^{cal},8 - 88^{cal},8 = 112^{cal},8.$$

Trouvé par expérience : $112^{cal},8$.

» Pour les calories de combinaison du sulfate de cuivre, on aurait

$$\text{ɔ}SO^4Cu = \text{ɔ}SO^4K^2 - \theta,$$

$$\text{ɔ}SO^4Cu = 196^{cal},0 - 139^{cal},0 = 57^{cal},0.$$

Trouvé par expérience : $56^{cal},8$.

» Pour les calories de combinaison du sulfure de lithium, on aurait

$$\text{ɔ}SLi^2 = \text{ɔ}SK^2 - \theta,$$

$$\text{ɔ}SLi^2 = \text{ɔ}112^{cal},6 + 2 \times 1^{cal},1 = 114^{cal},8.$$

Trouvé par expérience : $115^{cal},2$.

» Il serait superflu de multiplier ces exemples. En faisant usage de ma formule générale et en suivant les indications que j'ai données, il sera facile de contrôler ou de prévoir les calories de combinaison de *tous* les sels solubles. »

PHYSIQUE. — *Recherches sur le téléphone*. Note de M. **A. d'Arsonval**.

« Je me suis proposé de déterminer de quelle manière le fil d'un téléphone doit être disposé par rapport à l'aimant, pour agir sur la plaque vibrante avec le maximum d'effet.

» Les résultats auxquels l'expérience m'a conduit me paraissent intéressants à signaler. Ils montrent, en effet, qu'en écartant toute idée théorique, la construction du téléphone doit être calquée sur celle des meilleures machines dynamo-électriques. Dès l'automne de 1877, ainsi que l'a rappelé M. du Moncel, j'avais observé qu'on augmente beaucoup la force du téléphone en faisant agir sur la plaque vibrante les deux pôles de l'aimant. J'avais remarqué aussi qu'il y a grand avantage, toutes choses étant égales d'ailleurs, à terminer l'aimant par des bobines plates très rapprochées. Ce dernier résultat ne pouvait être attribué à la surexcitation de l'aimant, puisque, dans les deux cas, sa force portante n'avait pas changé ; elle était même un peu plus faible avec les bobines aplaties, que j'avais prises un peu minces.

» Ce fait, que j'ai vérifié de nouveau, m'a conduit à penser que la partie vraiment active du fil était celle qui se trouvait logée entre les pôles de l'aimant. Les expériences faites par M. Marcel Deprez, à propos de la construction de notre galvanomètre [1], confirmaient cette idée. L'expérience suivante est enfin venue lever tous mes doutes.

» Un aimant à pôles aplatis est disposé normalement sous une plaque téléphonique. Parallèlement à cette plaque et du même côté que l'aimant, je tends un fil métallique parcouru par un courant interrompu. Ce fil est mobile : il peut être placé, soit entre les pôles de l'aimant qui sont très voisins, soit en dehors d'eux. L'expérience étant ainsi disposée, on constate que la plaque vibre avec force lorsque le fil est disposé entre les branches de l'aimant; la vibration est nulle ou à peine perceptible dans toute autre position.

» Dans les téléphones à deux pôles (système Gower, Siemens, Ader), on peut donc considérer comme une résistance inutile tout le fil qui ne se trouve pas situé entre les deux pôles.

» Pour soumettre la totalité du fil à l'influence du champ magnétique, j'ai pensé à donner à ce champ une forme annulaire déjà employée par M. Klès pour les électro-aimants. Pour cela, un des pôles de l'aimant, terminé par un noyau cylindrique, porte la bobine; le second pôle a la forme d'un anneau qui enveloppe le premier. La bobine se trouve ainsi noyée dans un champ magnétique. Toutes les lignes de force du champ se trouvent perpendiculaires à la direction du fil, et subissent par conséquent au maximum l'influence du courant.

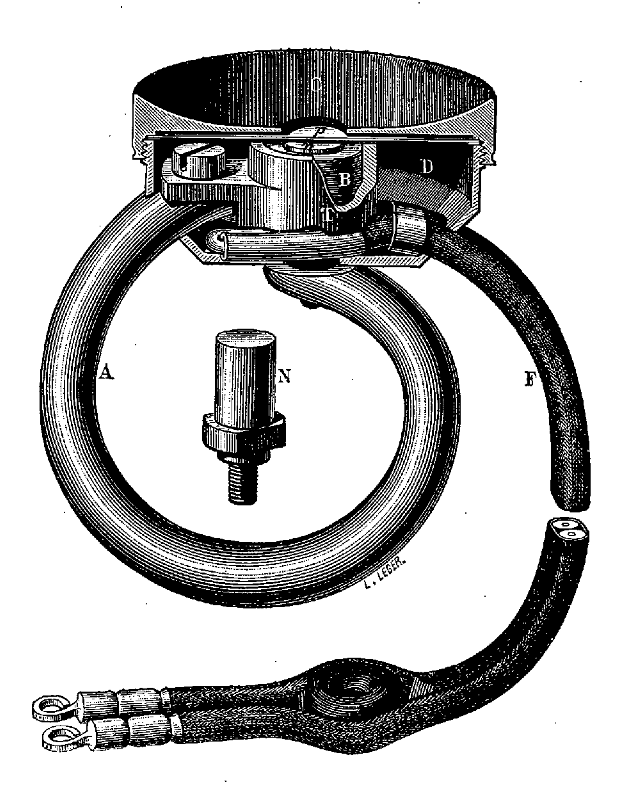
» Ce résultat peut être obtenu par une foule de dispositions différentes, faciles à imaginer, étant donné le principe. Dans la pratique, je me suis arrêté à la suivante, comme étant tout à la fois la plus simple et la plus efficace.

» L'aimant a la forme d'un élément de spire : cette disposition a l'avantage de concentrer les lignes de force dans l'espace annulaire, comme la forme circulaire adoptée par M. Ladd, il y a plus de vingt ans. Un des bouts de la spire porte le noyau cylindrique, l'autre est terminé en anneau. Ces deux pôles doivent être sur le même plan et très rapprochés de la plaque; la bobine est située dans l'espace libre.

---

[1] Voir *Comptes rendus*, séance du 15 mai 1882 : *Galvanomètre apériodique*, par MM. Deprez et d'Arsonval.

» Cette disposition permet, pour la plaque vibrante, un montage des plus faciles. La boîte métallique qui la porte est simplement serrée entre le pôle central et l'extrémité de l'aimant; aucune vis n'est nécessaire.



Enfin, par une disposition très simple, mon habile constructeur, M. Ladislas Leczensky, est arrivé à supprimer les bornes d'attache du cordon conducteur.

» L'instrument complet pèse seulement 350gr. Malgré ces faibles dimensions, la voix est transmise avec une extrême netteté, et avec une force telle, qu'en munissant l'appareil d'un pavillon, on peut facilement l'entendre dans toute une salle.

» La figure ci-jointe montre, d'une façon suffisamment claire, les détails de l'appareil.

» L'ensemble de ces dispositions, supprimant tout travail et toute partie inutile, donne également les plus grandes facilités de construction. »

CHIMIE. — *Sur l'équivalent des iodures de phosphore*. Note de M. L. TROOST.

« En recherchant si les gaz simples qui ont un coefficient de compressibilité ou un coefficient de dilatation très différent de celui de l'air transportent cette propriété dans les composés qu'ils forment ([1]), j'ai été conduit à étudier un certain nombre d'iodures dont les constantes physiques n'avaient pas encore été déterminées. Parmi ces corps se trouvent les iodures de phosphore; leur facile décomposition ne me permet pas de les employer dans les recherches que je poursuis, mais la détermination de leur équivalent présente, au moins pour le biiodure, un intérêt qui me fait publier les résultats que j'ai obtenus.

» *Biiodure de phosphore*. — L'équivalent des iodures peut en général être fixé par analogie avec les composés correspondants du chlore et du brome. Il en est cependant pour lesquels cette analogie fait défaut : tel est le biiodure de phosphore.

» L'analyse de ce composé indique qu'il a pour équivalent PhI^2 ou un des multiples de cette formule. Pour achever de fixer l'équivalent de ce corps, qui n'a pas d'analogue dans les combinaisons du chlore, il fallait avoir recours à sa densité de vapeur.

» La détermination de cette constante présente des difficultés spéciales, dues à la facile décomposition de ce composé. En effet, si l'on soumet ce corps à l'action de la chaleur, sous la pression atmosphérique ordinaire, dans un gaz inerte, on constate qu'à la température où il commence à se vaporiser d'une manière sensible il se décompose en grande partie, en donnant des vapeurs d'iode et du phosphore rouge, de sorte qu'il n'est pas possible d'obtenir de cette manière d'utiles indications sur son équivalent.

» On constate d'ailleurs que la quantité de phosphore rouge déposée par un poids donné d'iodure dépend à la fois de la température à laquelle a été faite la vaporisation et du temps pendant lequel il a été soumis à l'action de la chaleur, pour arriver à distiller complètement.

» On obtient de meilleurs résultats en déterminant cette densité de vapeur, *sous basse pression*, dans une atmosphère de gaz azote.

» En opérant d'abord à 200°, j'ai constaté qu'il n'y avait pas de décomposition sensible, mais que la vaporisation était d'une extrême lenteur. Si l'on opère à la température d'ébullition du mercure (350°), la vaporisation

([1]) *Comptes rendus*, t. XCV, p. 135.

est rapide, mais il se produit d'abondantes vapeurs d'iode, qui indiquent une décomposition avancée du produit.

» La température qui m'a le mieux réussi est voisine de 265°.

» A cette température, et sous basse pression, la vaporisation du biiodure de phosphore est assez rapide, tandis que sa décomposition est encore très lente, de sorte qu'il n'y a qu'une très petite quantité de vapeur d'iode mêlée à la vapeur du biiodure. La coloration de cette vapeur rappelle celle de vapeurs d'acide hypoazotique à la température de 20°. Pour qu'il ne se produise qu'un faible dépôt de phosphore rouge, il faut avoir soin de chauffer rapidement jusqu'au voisinage de la température maximum.

» Si l'on élevait lentement la température du bain, le dépôt de phosphore rouge serait considérable et nécessiterait une correction très difficile à fixer.

» En prenant les précautions que je viens d'indiquer, on arrive aux résultats suivants :

Excès de poids	$0^{gr},042$	$0^{gr},087$
Température de la balance	13°,2	13°,7
Pression à la pesée	763^{mm}	756^{mm}
Pression à la fermeture	$90^{mm},7$	59^{mm}
Température de la vapeur	268°	262°,5
Volume du ballon	275^{cc}	308^{cc}
Gaz resté à 0° et sous 760^{mm}	$0^{cc},37$	$1^{cc},33$
Densité obtenue	18,0	20,2

» La densité calculée est 19,7.

» L'apparition d'une petite quantité de vapeur d'iode indique qu'il y a une faible décomposition, avec production d'un léger dépôt de phosphore rouge. Ces résultats conduisent à admettre que l'équivalent correspondant à 4^{vol} est Ph^2I^4.

» *Triiodure de phosphore.* — Ce composé ayant son analogue parmi les composés du chlore, dont l'équivalent est bien fixé, on pouvait prévoir que l'équivalent PhI^3 correspondrait à 4^{vol}.

» Sa densité doit être déterminée avec toutes les précautions indiquées à propos du biiodure, afin d'éviter une notable décomposition avec production d'abondantes vapeurs d'iode et dépôt de phosphore rouge. En opérant aux températures de 270° sous basse pression, dans une atmosphère d'azote, on obtient les nombres 14,32 et 14,61, qui s'accordent avec la densité calculée, 14,29.

» Les équivalents des iodures de phosphore, correspondant à 4^{vol}, sont donc PhI^3 et Ph^2I^4. »

THERMOCHIMIE. — *Chaleur de formation des principaux composés palladeux.* Note de M. JOANNIS, présentée par M. Berthelot.

« 1. Je me suis proposé de déterminer la chaleur de formation du cyanure palladeux. Ce corps devait présenter *a priori* des résultats curieux, étant donné que les sels palladeux seuls sont précipités par le cyanure de mercure, en donnant du cyanure de palladium. J'ai repris, en même temps, à ce propos, les chaleurs de formation des composés palladeux qui avaient été déjà déterminées par M. Thomsen, mais à l'aide de méthodes de réduction qui laissent quelque doute dans l'esprit au sujet de l'état moléculaire du métal précipité et en raison de l'emploi du chlorure cuivreux [1].

» Le palladium dont je me suis servi m'a été donné par M. Debray, que je tiens à remercier ici de ses bienveillants conseils.

» 2. J'ai d'abord employé une méthode thermique directe, qui consiste à attaquer le palladium (réduit par l'acide formique et chauffé à 500°) par une dissolution de brome, faite à équivalents égaux dans le bromure de potassium ($1^{éq} = 20^{Cal}$) [2].

» Cette dernière dissolution a dégagé, à 18°, $+ 0^{Cal},98$.

» Dans ces conditions j'ai trouvé en moyenne

Pd + Br liquide + KBr dissous = PdBr, KBr dissous	$+ 13^{Cal},86$
Pd + Br liquide = PdBr solide	$+ 12^{Cal},44$

» La chaleur de formation du bromure double, depuis le bromure palladeux précipité et le bromure de potassium dissous, a été trouvée : $+ 1^{Cal},42$, et la chaleur de dissolution du bromure double $- 6^{Cal},24$, vers 18°. J'ai trouvé encore

(PdBr, KBr) diss. + KO diss. = PdO précip. + 2KBr diss., à 17°,7	$+ 4^{Cal},51$
Pd + O gaz = PdO précipité	$+ 9^{Cal},67$

(1) *Voir* les observations de M. Berthelot (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. XX, p. 514 et suiv.) sur la chaleur de formation du chlorure cuivreux.

(2) C'est une méthode analogue à une méthode inédite que M. Debray a bien voulu me communiquer et qu'il emploie pour la préparation du chlorure de palladium (au moyen du chlore et de l'acide chlorhydrique).

» On passe à la formation du cyanure palladeux par la réaction

PdBr, KBr diss. + KCy diss. = PdCy + 2KBr diss., à 18°,6	$+23^{Cal},57$
Pd + Cy gaz = PdCy solide	$+11^{Cal},30$

» Chaleur de formation de l'iodure palladeux :

PdBr, KBr dissous + KI = PdI + 2KBr	$+9^{Cal},20$
Pd + I solide = PdI solide	$+6^{Cal},76$

» 3. Pour le chlorure de palladium, j'ai réduit une dissolution de chlorure double de palladium et de potassium par du chlorure cuivreux, d'après la méthode de M. Thomsen, mais en prenant soin d'employer le chlorure cuivreux à l'état sec et en proportion à très peu près équivalente (12^{gr} au lieu de $11^{gr},557$). J'ai trouvé :

(PdCl, KCl) dissous + Cu^2Cl solide = Pd + 2CuCl dissous + KCl dissous.... $+4^{Cal},38$

au lieu de + 5,66 donné par M. Thomsen, qui avait employé le chlorure cuivreux en excès et dans un état moins bien défini.

» On conclut de là, pour la chaleur de formation,

Pd + Cl + KCl dissous = PdCl, KCl dissous....... $22^{Cal},6$

en adoptant, pour la chaleur de formation du chlorure cuivrique depuis le chlore et le chlorure cuivreux $Cu^2Cl + Cl = 2CuCl$, le nombre $+27^{Cal},0$ de M. Berthelot (*voir* la Note plus haut).

» J'ai cherché ensuite la chaleur de formation du chlorure double de palladium et de potassium. Le chlorure de palladium, porphyrisé et passé au tamis de soie, s'est dissous en dix minutes, dans une dissolution de chlorure de potassium à $1^{éq}$ par litre, en dégageant $+2^{Cal},36$ par équivalent à 17°,2.

» On peut déduire de là, comme précédemment, les chaleurs de formation de l'oxyde, du cyanure et de l'iodure, en précipitant le chlorure double par de la potasse, du cyanure ou de l'iodure de potassium. On a trouvé :

	Cal
PdCl, KCl dissous + KO dissous = PdO + 2KCl dissous, vers 18°.	+ 6,32
Pd + O = PdO	+ 10,44
PdCl, KCl dissous + KCy dissous = PdCy + 2KCl dissous	+ 25,87
Pd + Cy gaz = PdCy	+ 12,40

» Ces nombres diffèrent peu de ceux que la première méthode a fournis. Nous adopterons pour chacun la moyenne.

» 4. Voici le Tableau de ces chaleurs de formation.

	Cal
Pd + Br liquide = PdBr solide	+ 12,44
» Br gaz	+ 16,44
PdBr solide + KBr dissous = PdBr, KBr solide	+ 7,66
» dissous	+ 1,42
Pd + O = PdO précipité	+ 10,0
Pd + Cy gaz = PdCy précipité	+ 11,8
Pd + I solide = PdI précipité	+ 6,7
» I gaz	+ 12,0
Pd + Cl = PdCl solide	+ 20,24
PdCl solide + KCl dissous = PdCl, KCl solide	+ 4,66
» dissous	+ 2,36

» 5. On déduit de ces chiffres les chaleurs de neutralisation suivantes (sels insolubles) :

	Cal
PdO précipité + HCl étendu = PdCl précip. + HO	+ 5,4
PdO précipité + HBr étendu = PdBr précip. + HO	+ 7,4
PdO précipité + HI étendu = PdI précip. + HO	+ 17,9
PdO précipité + HCy étendu = PdCy précip. + HO	+ 22,4

» L'acide cyanhydrique l'emporte donc sur les trois autres hydracides, et j'ai vérifié en effet qu'il décompose non seulement le chlorure et le bromure palladeux (dissous dans les sels de potassium correspondant), mais même l'iodure palladeux précipité. C'est une nouvelle vérification des théories thermiques, analogue à celle qui résulte des travaux de M. Berthelot sur les sels de mercure. *A fortiori* le cyanure de potassium doit-il précipiter les sels palladeux, en raison de sa faible chaleur de neutralisation propre.

» 6. Le chlorure double de palladium et de potassium cristallise en aiguilles assez fines, du système du prisme quadratique; elles portent les faces du prisme et celles de l'octaèdre.

	° ′
Angle du prisme mm	90.02
Angle » mb_1	120.25
Angle » $b_1 b_1$	137.54 (calculé : 138°3′)

» Le bromure double de palladium et de potassium se présente en gros cristaux, du système du prisme droit à base rectangle. Quelques-uns offrent des mâcles ayant l'aspect des cristaux de staurotide.

» Ces cristaux portaient les faces p et les faces de l'octaèdre $b_1 b'_1$. On a mesuré les angles suivants :

	° ′
Angle $p b_1$	121.07
Angle $p b'_1$	125.23
Angle $b'_1 b_1$	117.44 (calculé : 117°46′)

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les bases pyridiques dérivées de la brucine.* Note de M. **Œchsner de Coninck**, présentée par M. Wurtz.

« La distillation de la brucine avec la potasse fournit des produits huileux présentant la plus grande analogie avec la quinoléine brute résultant de la décomposition par la potasse de la cinchonine.

» J'ai soumis 500^{gr} de ces huiles à la distillation fractionnée et, apres dix séries de fractionnements effectués au moyen des appareils à boules Henninger et Lebel, j'ai isolé les fractions suivantes :

90-110°; 110-125°; 125-140°; 140-150°; 150-160°.

Ces fractions étaient minimes; les trois premières contenaient des produits neutres et basiques. Les deux dernières renfermaient en petite quantité une base pyridique insoluble dans l'eau, possédant la composition de la lutidine.

» Les fractions 164-170°, 175-185°, 190-200° ont été purifiées et pesées.

La fraction	165-170°	pesait	50^{gr}
»	175-185	»	11
»	190-200	»	40

» Ces trois fractions étaient, comme on le voit, relativement très abondantes. J'ai observé le même fait dans la distillation fractionnée de la quinoléine brute provenant de la cinchonine.

» La fraction 164-170° contenait une base bouillant à 166°, insoluble dans l'eau, présentant les principaux caractères de la β-lutidine dérivée de la cinchonine, base que j'ai décrite et également séparée de son isomère.

» Dans la fraction 175-185°, j'ai rencontré une collidine bouillant à 180-182°, et très probablement identique avec l'α-collidine dérivée de la cinchonine.

» Enfin, la fraction 190-200°, quatre fois plus abondante que la fraction précédente, renfermait une base bouillant à 196° et possédant également la composition d'une collidine. Cette base est sans doute identique avec la β-collidine que j'ai découverte dans la fraction 190-200° des huiles de quinoléine brute.

» Ces faits montrent que, dans la distillation avec la potasse caustique de la brucine et de la cinchonine, il se forme simultanément deux séries de bases pyridiques isomères [1]. »

---

[1] Ces recherches ont été faites au laboratoire de M. Wurtz.

PATHOLOGIE. — *L'ophthalmie purulente factice produite par la liane à réglisse ou le jequirity du Brésil.* Note de M. **L. de Wecker**, présentée par M. Wurtz.

« Depuis des siècles, on se sert, à l'intérieur du Brésil, de l'infusion des graines de la liane à réglisse ou jequirity (suivant la désignation employée communément au Brésil) pour le traitement des ophthalmies, et ce moyen jouit dans le peuple d'une très grande vogue. La liane à réglisse (*Abrus precatorius*) appartient à la famille des Légumineuses. C'est un arbrisseau de l'Afrique et de l'Asie tropicale transplanté en Amérique. Ses graines, rouge corail, à hâle noir, très luisantes et très dures, servent pour faire des chapelets et des colliers que l'on vend beaucoup en Orient.

» Un produit cristallisé, que la maison Rigaud avait fait extraire des graines de la liane à réglisse, fut tout d'abord essayé en instillations et en injections sous-cutanées, à la clinique du D[r] de Wecker, mais sans qu'on pût observer aucune action particulière. C'est alors qu'on se servit de ces graines suivant la recette populaire, à la façon usitée à l'intérieur du Brésil, c'est-à-dire en faisant une faible infusion à froid des graines préalablement réduites en poudre. On arrive alors promptement à constater l'action suivante :

» 1° Appliquée en lotions, cette infusion détermine rapidement une ophthalmie purulente d'aspect croupal, dont on peut doser, jusqu'à un certain point, l'intensité suivant le nombre des lotions faites;

» 2° Cette purulence se produit avec une promptitude égale à celle des inoculations provoquées avec le pus d'une ophthalmie purulente ou d'une blennorrhagie. Elle peut être poussée, par un emploi prolongé des lotions, jusqu'à une intensité presque égale à celle d'une ophthalmie inoculée;

» 3° L'ophthalmie factice, produite par les lotions avec l'infusion des graines de la liane à réglisse, se dissipe, dans l'espace de dix à quinze jours, sans aucune intervention thérapeutique, et paraît ne laisser courir, pendant toute sa durée, aucun danger à la cornée, même lorsque celle-ci se trouve être le siège d'une ulcération antérieure.

» Cette faculté particulière qu'offrent ces graines, de provoquer une ophthalmie factice fort intense, mais de courte durée, pourra être très avantageusement utilisée en thérapeutique oculaire, pour le traitement des granulations, du pannus, de la diphthérie conjonctivale, etc. Ce moyen est appelé à remplacer avec grand profit les inoculations, qui présentent

toujours un certain danger. Ce pouvoir de provoquer une inflammation substituée, d'un dosage assez facile, pourra aussi être utilisé dans le traitement des maladies d'autres muqueuses, et la réputation des feuilles de la liane à réglisse dans la toux croupale est depuis longtemps établie chez certaines peuplades de l'Orient. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur la quinoléine et sur la lutidine.* Note de M. **Amé Pictet**, présentée par M. Wurtz.

« 1. *Action de la monochlorhydrine, de l'épichlorhydrine et de l'éther monochloracétique sur la quinoléine.* — Aucun de ces corps, chauffé dans les proportions moléculaires avec la quinoléine et une petite quantité d'eau, ne fournit un produit cristallisable. La réaction a lieu à 100°, mais je n'ai obtenu que des substances sirupeuses fortement colorées, qui n'ont présenté, même après plusieurs mois, aucune trace de cristallisation, et dont les solutions alcooliques n'ont donné aucun précipité avec l'éther.

» 2. *Action de la dichlorhydrine sur la quinoléine.* — Dans les mêmes conditions ces deux corps fournissent une solution à peu près incolore; celle-ci ne laisse cependant après évaporation qu'un résidu incristallisable. Mais, si l'on y ajoute du chlorure de Pt, il se forme un abondant précipité jaune brun, qui est un mélange de deux chloroplatinates. On peut séparer ceux-ci par l'eau bouillante; l'un d'eux y est en effet très soluble et cristallise par refroidissement en belles aiguilles jaunes. L'autre est complètement insoluble dans l'eau chaude et se présente, après décomposition par H^2S et régénération, sous forme d'une poudre amorphe jaune vif.

» Le premier de ces chloroplatinates est celui de quinoléine.

» Le second ne contient pas d'eau de cristallisation. Sa composition répond à la formule $(C^9H^7Az, C^3H^3Cl)^2PtCl^4$. Platine trouvé, 26,22 pour 100; calculé, 26,21 pour 100.

Le sel d'or qui lui correspond a pour formule $C^9H^7Az, C^3H^3Cl, AuCl^3$; il est soluble dans l'eau chaude, d'où il cristallise sous forme de petites paillettes jaunes d'or ne contenant pas d'eau de cristallisation.

» Or trouvé, 38,40 pour 100; calculé, 38,73 pour 100.

Il se forme donc dans la réaction de la dichlorhydrine sur la quinoléine du chlorhydrate de quinoléine et le corps C^9H^7Az, C^3H^3Cl, d'après l'équation

$$2C^9H^7Az + C^3H^6OCl^2 = C^9H^7Az, C^3H^3Cl + C^9H^7Az, HCl + H^2O.$$

On peut en effet empêcher complètement la formation du chlorhydrate de quinoléine en introduisant dans les tubes un peu d'oxyde de plomb, qui se combine avec l'acide chlorhydrique dégagé de la réaction avant qu'il s'unisse à la quinoléine non encore attaquée. On obtient ainsi une solution aqueuse dans laquelle le chlorure de platine fournit un précipité entièrement insoluble dans l'eau bouillante et ne contenant que le chloroplatinate du corps C^9H^7Az, C^3H^3Cl.

» Le chlorhydrate C^9H^7Az, C^3H^3Cl, obtenu par décomposition par H^2S du sel de platine précédent, est une substance incolore, à peine cristalline et très déliquescente. Séché dans le vide sur l'acide sulfurique, il ne présente pas de point de fusion ; il noircit vers 150° et se carbonise sans fondre. Il est extrêmement soluble dans l'eau et dans l'alcool. La potasse produit dans sa solution aqueuse un précipité caséeux blanc qui verdit à l'air en se décomposant. Ce précipité est soluble dans l'alcool, auquel il communique une réaction alcaline, mais reste après évaporation du dissolvant sous la forme d'une huile bleue qui ne recristallise plus.

» 3. *Action de la tribromhydrine sur la quinoléine.* — Ces deux corps, chauffés à 100° dans les proportions moléculaires, en présence d'eau, réagissent l'un sur l'autre, et fournissent une liqueur noirâtre qui contient encore une certaine quantité de tribromhydrine. Séparée de cette dernière et évaporée, la solution aqueuse laisse comme résidu une huile noire qui cristallise peu à peu. J'en ai retiré une petite quantité d'un corps contenant du brome et cristallisant en jolies petites aiguilles blanches; j'ai obtenu cependant trop peu de ce corps pour pouvoir en faire l'analyse; j'ai déterminé seulement son point de fusion, situé à 180°.

» 4. *Action de l'iodure d'allyle sur la quinoléine.* — Ces deux substances, mélangées dans les proportions moléculaires, réagissent à froid l'une sur l'autre, et se transforment en une masse de cristaux noirâtres. Ceux-ci, lavés à l'éther et recristallisés dans l'eau ou dans l'alcool, peuvent s'obtenir à peu près incolores et souvent assez volumineux. Ils fondent à 177°,5 en un liquide rouge sang. Ils renferment 42,21 pour 100 d'iode.

» La formule C^9H^7Az, C^3H^5I en exige 42,76 pour 100.

» L'iodure d'allyle se combine également à la β-lutidine en fournissant un produit cristallisé.

» 5. *Action de l'acide monochloracétique sur la β-lutidine.* — Ces deux corps (proportions moléculaires) entrent en réaction à 100°. Il en résulte une masse pâteuse brune qui cristallise bientôt sous l'exsiccateur. Ces cristaux sont très hygroscopiques et extrêmement solubles dans l'eau et dans

l'alcool. L'éther ajouté à leur solution alcoolique détermine le dépôt de longues aiguilles blanches, qui sont, d'après les analyses, le chlorhydrate de la bétaïne de la β-lutidine $C^7H^9Az\langle{CH^2 \atop O}\rangle CO, HCl$. Ce corps fond à 162°,5; si on le chauffe au-dessus de son point de fusion, il se décompose en dégageant des produits gazeux. Chauffé à 120°, il ne change pas de poids. Il renferme 17,49 pour 100 de chlore.

» La formule $C^9H^{12}O^2AzCl$ en exige 17,62 pour 100.

» La solution aqueuse de ce chlorhydrate fournit avec $PtCl^4$ un précipité jaune clair assez soluble dans l'eau froide. Ce chloroplatinate contient 2^{mol} d'eau de cristallisation.

Trouvé pour 100	4,75
Calculé pour $(C^9H^{11}AzO^2, HCl)^2PtCl + 2H^2O$	4,64

Dosage du platine dans le chloroplatinate sec.

Substance	0,3005
Pt.	0,0787

soit 26,19 pour 100.

Calculé	26,35

» La solution filtrée de ce chloroplatinate contient encore une grande quantité d'un sel de platine qui se dépose par l'évaporation sous forme de longues aiguilles rouge vif. Ce second chloroplatinate est identique au précédent et contient comme lui 2^{mol} d'eau de cristallisation.

	Trouvé pour 100.	Calculé.
H^2O	4,74	4,64
Pt.	26,22	26,35

» La solution du chlorhydrate ne donne avec $AuCl^3$ qu'un précipité huileux incristallisable; avec une solution d'acide picrique elle fournit de belles aiguilles jaunes.

» L'oxyde d'argent, introduit dans la solution aqueuse du chlorhydrate, se transforme instantanément en chlorure. Si l'on emploie la quantité calculée de Ag^2O, on obtient, après filtration, une solution ne contenant plus de chlore. Celle-ci, évaporée au bain-marie, laisse comme résidu des croûtes cristallines incolores et déliquescentes, qui représentent sans doute la bétaïne libre. Je n'ai pas pu en faire l'analyse.

» La quinoléine, traitée de la même façon par l'acide monochloracétique,

entre plus difficilement en réaction. On obtient cependant, après avoir chauffé longtemps à 100°, une masse sirupeuse rouge qui cristallise lentement. Les cristaux, purifiés par compression, puis par dissolution dans l'alcool absolu et précipitation par l'éther, gardent une teinte rouge que je n'ai pu leur enlever ([1]). »

PHYSIOLOGIE. — *Les nerfs vaso-dilatateurs de l'oreille.* Note de MM. **Dastre** et **Morat**, présentée par M. Paul Bert.

« Dans une série de Communications précédentes, nous avons exposé les expériences qui démontrent la fonction vaso-dilatatrice du nerf grand sympathique à l'égard des vaisseaux d'une notable partie de la face, chez le chien. Il nous reste maintenant à faire connaître d'autres exemples de nerfs vaso-dilatateurs appartenant au même système. La fonction nouvelle que nous attribuons au sympathique repose sur des faits observés chez différents animaux, ou chez un même animal sur différentes parties du système. Nous parlerons d'abord de l'innervation vasculaire de l'oreille externe; cette région, comme on le sait, a été le théâtre des principales recherches de ce genre.

» Les données que possède la Physiologie sur l'innervation vaso-dilatatrice de l'oreille sont incomplètes ou incertaines. Les faits nouveaux que nous avons à faire connaître à ce sujet peuvent se résumer dans les trois propositions suivantes :

» 1° Des nerfs vaso-dilatateurs pour l'oreille externe naissent de la moelle dans la région cervico-dorsale.

» 2° Les nerfs, au sortir de la moelle, sont contenus dans les racines antérieures des paires rachidiennes correspondantes.

» On les trouve dans les racines les plus inférieures du plexus brachial, notamment dans la huitième paire cervicale et la première paire thoracique.

» 3° Confondus d'abord avec les éléments nerveux centrifuges de toute catégorie qui sortent de la moelle par la voie des racines antérieures, les nerfs dilatateurs passent dans le tronc mixte qui fait suite à ces racines. Ils s'en détachent avec les rameaux communiquants et gagnent avec eux la chaîne du sympathique, au niveau du ganglion premier thoracique.

» En un mot, ces nerfs vaso-dilatateurs auriculaires ont leur origine dans la moelle; ils sont contenus dans les racines antérieures; ils appartiennent

---

([1]) Ces recherches ont été faites au laboratoire de M. Wurtz.

au système grand sympathique. Par ces caractères, ils se rapprochent des nerfs vaso-dilatateurs bucco-faciaux que nous avons étudiés précédemment.

» Ces conclusions sont fondées sur les trois expériences suivantes :

» I. On découvre la partie inférieure de la région cervicale de la moelle épinière, en enlevant, par le procédé connu, les apophyses épineuses et les lames vertébrales correspondantes. On coupe la moelle en ce point, de manière à en faire deux tronçons, l'un céphalique, l'autre caudal; toute continuité physiologique est interrompue entre les deux segments.

» La section a été suivie immédiatement d'une congestion vasculaire très visible dans les différentes régions de la tête. Cette congestion s'atténue et cesse d'être apparente après un temps variable de quelques minutes à une heure. A ce moment, on excite alternativement, à l'aide d'un faible courant tétanisant, les deux segments médullaires. Seule, l'excitation du segment inférieur ou caudal est suivie d'une congestion très vive dans toutes les parties apparentes de la tête, et particulièrement dans les oreilles.

» Cette expérience donne le même résultat chez tous les animaux soumis à l'épreuve : chien, lapin, chat, chèvre.

» II. La moelle est mise à nu comme dans l'expérience précédente. On isole la huitième paire cervicale et la première thoracique. On sépare les racines antérieures des postérieures, après les avoir coupées les unes et les autres près de la moelle. On les soulève avec un fil, et on les soumet à une excitation électrique de moyenne intensité. On voit bientôt la face glabre du pavillon de l'oreille se couvrir d'une rougeur qui persiste un certain temps et se dissipe ensuite peu à peu, après qu'on a cessé l'excitation. Les racines contiennent donc des filets vaso-dilatateurs pour les vaisseaux de l'oreille.

Cette expérience n'est facile à réaliser, dans des conditions de rigueur absolue, que chez le chien.

» III. A l'aide d'un procédé que nous avons décrit ailleurs, nous découvrons, sans ouvrir la plèvre, la chaîne du sympathique thoracique et les rameaux communiquants qui viennent aboutir au ganglion premier thoracique, notamment les deux rameaux de la huitième paire cervicale et de la troisième paire dorsale. On coupe les rameaux et l'on excite leur bout périphérique. Le résultat est encore la congestion du pavillon de l'oreille.

» Cette expérience se pratique assez facilement chez le chien et chez le chat. Chez le lapin même, il n'est pas très difficile de mettre à nu le ganglion premier thoracique et les rameaux communiquants; mais il faut se borner à exciter ces nerfs en place, sans les isoler. L'excitation provoque

alors sur l'oreille du même côté la plus belle vascularisation qui se puisse voir.

» L'innervation que nous venons de décrire rappelle celle de la région buccale que nous avons fait connaître précédemment. Cette concordance dans les résultats, en même temps qu'elle est propre à nous en montrer la généralité, nous est un argument de plus de leur exactitude. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Recherches sur le pancréas des cyclostomes, et sur le foie dénué de canal excréteur du* Petromyzon marinus; par le P. S. **Legouis.**

« Dans un travail (¹) dont j'ai eu l'honneur de soumettre, autrefois, les résultats à l'Académie, en concluant à l'existence d'un pancréas chez les Poissons, j'avais expressément réservé les Cyclostomes. Ce n'est pas que leur organe pancréatique me fût inconnu; mais les recherches dont il venait d'être l'objet m'avaient fortuitement révélé, dans l'organisation de la Grande-Lamproie (*Petromyzon marinus*, Cuv.), des particularités qui semblaient étranges. Je considère aujourd'hui ce sujet comme définitivement éclairci.

» Le pancréas normal se reconnaît au premier coup d'œil. Comme chez les Osseux, il se réduit à une masse, petite mais bien délimitée, occupant sa place ordinaire entre le foie et la cavité intestinale.

» De même encore, avec cette masse typique, la glande totale comprend toute une formation accessoire. Cette partie additionnelle se compose d'un ensemble de corpuscules très petits, disséminés sur les feuillets de la valvule médiane; et, en outre, d'une dernière masse, beaucoup plus volumineuse, de situation constante à l'extrémité antérieure de la même valvule.

» En un mot, le pancréas conserve ici, trait pour trait, quant à sa disposition morphologique et dans ses rapports immédiats, l'aspect qu'il prend chez les Poissons osseux d'organisation dégradée.

» Remarquons, d'après ce qui précède, que la majeure partie de la glande se trouve, avec le repli médian, son support, plongée dans la cavité intestinale.

» Quoique la nature de cet appareil pancréatique ne puisse faire, un seul instant, l'objet d'un doute, si l'on essaye de découvrir les wébériens de la

(¹) *Recherches sur les tubes de Weber et sur le pancréas des Poissons osseux* (*Annales des Sciences naturelles*, 1873. — *Comptes rendus*, 1870).

glande, c'est-à-dire ses canaux abducteurs, on n'en trouve pas la moindre trace. Bien plus, leurs associés naturels, les biliaires proprement dits, qu'on est alors conduit à chercher, font, à leur tour, complètement défaut.

» Ce manque général d'excréteurs, il convient de le dire, est un fait certain, vérifié, incontestable, mais qui n'en constitue pas moins une anomalie, au premier abord, inexplicable et, en tous cas, sans exemple. Telles furent donc les difficultés que je me proposai de résoudre. Pour mieux exposer la conciliation entre tant de faits disparates, je désire suivre ici l'ordre même dans lequel les vérités se sont offertes à moi.

» Si l'on étudie avec soin tout le système de la veine-porte, on reconnaît que, dans cet animal, la circulation intestino-hépatique s'accomplit à travers des cavités absolument dénuées, en général, de paroi propre; et, comme ces méats traversent toute la substance du foie, on est amené à faire l'anatomie de la fibreuse qui circonscrit la glande et ses lacunes sanguines. Ainsi ai-je constaté que le tissu hépatique occupe un vaste cul-de-sac, simple renflement formé par la véritable paroi intestinale. Cet annexe latéral s'ouvre sur le cylindre digestif par un col très large. J'observai de même que les deux pancréas massifs possèdent, eux aussi, chacun une sorte de niche pratiquée dans la fibro-muqueuse. Par la disposition de ses glandes, la Lamproie se rapproche de l'Amphioxus.

» Voici maintenant ce qui survient au col du sac hépatique. Les deux principaux feuillets du grand repli valvulaire se détachent des bords de l'ouverture exactement comme, ailleurs, ils partent ensemble de la ligne médiane; puis ils se soudent dans le plan moyen, formant ainsi une cloison *adventice* entre la cavité intestinale, en haut, et le double système du foie avec la veine-porte, en bas. D'autre part, en avant comme en arrière du col, ces deux feuillets se fondent en une seule nappe, de sorte que le sac hépatique se trouve, en résultat final, complètement bouché du côté des cavités duodénales. Le tube digestif est donc fermé, en cet endroit, sur tout son pourtour, non point, comme dans les autres espèces, par sa propre paroi fibro-muqueuse, mais par l'intermédiaire des lames du repli médian.

» Une telle disposition dissimule si bien le *diverticulum* hépatique et son entrée, qu'elle ôte, à première vue, tout soupçon de leur existence. Ainsi s'explique l'erreur de Duvernoy (1) qui pousse l'illusion jusqu'à décrire un orifice de cholédoque alors que, en vérité, il n'y en a même pas de biliaires.

» J'arrive, ici, au fait capital de toute cette anatomie. La clôture du tube

(1) Cuvier-Duvernoy, *Leçons d'Anatomie comparée*, 2e édition, t. IV, 2e Partie; p. 548.

digestif s'étant opérée par séparation à la base, puis soudure au bord, des lames du repli médian, le col du sac se trouve, du même coup, réservé tout entier au service de la veine-porte, dont il constitue le confluent à l'entrée du foie, et le sac, en définitive, communique, non avec la cavité intestinale proprement dite, mais avec les sinus veineux qui remplacent la veine-porte.

» Du reste, le repli médian, sans perdre son rôle principal de mésentère absorbant, se prête à une foule d'adaptations diverses. Ainsi, après avoir fourni des parois à la mésentérique, il constitue encore la veine pancréatique, et un troisième vaisseau qui représente ici la splénique des autres espèces. Les trois racines ordinaires de la veine-porte se retrouvent donc intra-intestinales toutes les trois, et se jetant, comme elles le devaient, sur le pourtour du col.

» L'insuccès total éprouvé dans la recherche des orifices biliaires ordinaires se présente dès lors comme la suite légitime de la rencontre d'une organisation exceptionnelle. On peut aller plus loin encore. J'ai constaté expressément qu'il n'existe, même dans le foie, aucun tronc abducteur propre à la bile. Du moins, il n'en est point qui ait un calibre appréciable à la loupe. Le sang de la veine-porte envahit tout.

» La bile existe, cependant; la couleur, l'aspect général de l'organe appelé *foie* ne laissent aucun doute à cet égard. Ce foie, de l'aveu de tous, est un foie véritable.

» Donc, conséquence curieuse, c'est dans le sang de la veine-porte, au sein même du foie, que s'effectue l'action physiologique de la bile, et non dans le duodénum; on peut dire pourtant qu'elle s'exécute dans l'intestin, puisque le foie, rigoureusement parlant, est intra-intestinal.

» L'ensemble des faits ci-dessus énoncés étonne moins lorsqu'on vient à réfléchir sur le mode d'alimentation spécial aux suceurs; mais, quoi qu'il en soit, tels sont les faits. Le Mémoire qui contient les preuves, avec la discussion approfondie qu'elles méritent, sera très prochainement publié [1].

» En résumé, si (avec Claus et beaucoup de zoologistes) on met à part l'*Amphioxus*, on peut affirmer que :

» 1° Les Cyclostomes ont un appareil pancréatique distinct, semblable à celui des Osseux; conclusion qui s'autorise d'une observation de Duvernoy sur les Myxines;

» 2° L'orifice décrit par Duvernoy n'est que le produit d'une illusion

---

(1) *Annales de la Soc. sc. de Bruxelles*, VI[e] année, 1882.

très ordinaire de l'œil. Un point d'une membrane transparente devient invisible et donne l'impression d'un point noir, grâce au fond obscur d'une grande cavité sous-jacente.

» Chez le *Petromyzon marinus*, le foie, dénué, ainsi que tous les pancréas, de canal excréteur, est, comme eux, intra-intestinal, au même titre que le système de lacunes tenant lieu de veine-porte. Il se trouve, avec le pancréas typique, plongé dans le sang de cette veine, où ces deux glandes déversent leurs produits; tandis que les autres pancréas, contenus dans la cavité duodénale, s'y déchargent directement ([1]). »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Observation directe du mouvement de l'eau dans les vaisseaux des plantes.* Note de M. J. **Vesque**, présentée par M. Duchartre.

« Tant que l'on croyait que les vaisseaux, d'abord remplis d'eau, contiennent bientôt un chapelet de bulles d'air immobiles, qui fait place lui-même à une grande colonne d'air, il était sans intérêt d'observer directement le mouvement de l'eau dans les vaisseaux; on devait, en effet, s'attendre à ne rien voir.

» D'après les récents travaux de M. Bœhm, il y a mouvement ascendant de l'eau tant que le vaisseau ne contient pas de bulles d'air, et, au contraire, déplacement latéral des index d'eau, dans le cas d'un chapelet de Jamin; enfin M. Bœhm fait voir que de l'air atmosphérique, enfermé dans un appareil dont les parois imbibées d'eau, en contact avec de l'eau par une certaine étendue de leur surface, sont capables d'absorber l'oxygène, en le remplaçant par un volume égal d'acide carbonique, finit par s'en aller en totalité à travers les parois humides, en même temps que l'appareil se remplit d'eau. Les vaisseaux des plantes satisfont à ces conditions et deviennent donc de véritables réservoirs d'eau.

» Je me suis proposé de vérifier l'exactitude de cette opinion par plusieurs séries d'expériences, dont voici les résultats :

» 1. *Mouvement de l'eau dans les vaisseaux remplis de liquide.* — Il est évident que ces expériences ne peuvent être faites que sur des rameaux coupés. Les tiges couchées du *Tradescantia zebrina* et les coulants de l'*Hartwegia comosa* m'ont paru les plus convenables.

([1]) Ce travail, commencé jadis au collège libre de Vaugirard, vient de s'achever au laboratoire de l'Institut catholique de Paris.

» On coupe sous l'eau, par exemple, un coulant de cette dernière plante et, sous l'eau, à l'aide d'un rasoir, on pratique, à l'extrémité inférieure de ce coulant, une coupe assez mince pour qu'on puisse apercevoir les vaisseaux, en ayant soin de ne pas entamer ceux-ci et de laisser la coupe en continuité complète avec le rameau. Celui-ci est ensuite fixé de telle manière, à côté d'un microscope, que la coupe, recouverte d'une lame mince, repose sur le porte-objet. Lorsqu'elle a été faite par un temps couvert et que la plante n'a pas manqué d'eau, on peut être sûr de trouver les vaisseaux remplis d'eau.

» *a*. On ajoute à l'eau de la préparation une goutte d'eau chargée d'un précipité très fin d'oxalate de chaux; on voit alors un tourbillon tumultueux à l'entrée des vaisseaux; les petits granules de l'oxalate y sont entraînés avec une rapidité telle qu'on a peine à les suivre; un micromètre-oculaire peut servir à en mesurer approximativement la vitesse que j'ai trouvée égale à $0^{m},07$ par minute ($4^{m},20$ à l'heure). Le précipité s'amasse à l'entrée des vaisseaux; la succion est telle que des bouchons compacts sont arrachés à ces masses granuleuses et entraînés au loin dans les vaisseaux; finalement l'eau ne peut plus passer et des bulles d'air se dégagent en différents points, dans le vaisseau même, évidemment par suite de la diminution de la pression. Si pendant l'aspiration la plus vive on vient à couper la tête feuillée du rameau, le mouvement cesse instantanément.

» *b*. Au lieu de la mettre dans l'eau, on place la coupe dans l'huile; ce liquide pénètre dans le vaisseau et s'y meut avec une régularité telle que les déplacements mesurés de demi-minute en demi-minute se sont montrés constants pendant cinq minutes.

» 2. Un rameau, coupé sous l'eau par un temps très clair, est coiffé d'un tube de caoutchouc bouché et rempli d'eau qu'on attache ensuite hermétiquement à l'aide d'un fil de cuivre. Une coupe semblable à celle dont il vient d'être question est pratiquée à quelques centimètres de l'extrémité ainsi fermée.

» *a*. La partie feuillée du coulant est maintenue à la lumière diffuse. Le vaisseau contient une série de bulles d'air immobiles; les index d'eau compris entre ces bulles grandissent à vue d'œil, les bulles d'air diminuent et finissent par disparaître complètement (quelquefois très rapidement, au bout de 2 à 3 minutes).

» Parfois une longue colonne d'air est coupée par un petit index d'eau qui apparaît le long de la paroi. Souvent les bulles, devenues trop petites, se mettent subitement en mouvement et sont entraînées avec une rapidité

croissante, quoique, plus haut, le même vaisseau soit bouché par des bulles d'air immobiles, preuve irrécusable de la rapidité avec laquelle la colonne d'eau interposée est enlevée par les tissus environnants.

» *b.* La partie feuillée du rameau est au soleil. Les bulles d'air grandissent rapidement, finissent par se toucher et s'aplatir les unes contre les autres; mais les minces lames d'eau qui les séparent persistent très longtemps; je n'ai pas vu, jusqu'à présent, deux bulles d'air se confondre en une seule.

» Je dois faire remarquer que l'effet du soleil ou de la lumière diffuse n'est pas absolument constant; d'autres facteurs interviennent dans le mouvement de l'eau, tels que la pression initiale de l'air et l'état des tissus environnants; il peut même arriver qu'un même vaisseau perde de l'eau sur une certaine longueur, tandis qu'il en gagne à une certaine distance de ce point. »

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Existence simultanée des fleurs et des insectes sur les montagnes du Dauphiné.* Note de M. **Ch. Musset,** présentée par M. Duchartre.

« Sous l'influence de l'enthousiasme légitime que provoquèrent les belles découvertes de Camerarius et Sébastien Vaillant, de la sexualité et de l'hermaphrodisme général des plantes, les observations tout aussi remarquables de Kölreuter et Conrad Sprengel, sur la fécondation des fleurs par les visites nécessaires des insectes, furent prises pour des rêves d'esprits malades. Mais la science, réformant ce jugement après la publication des travaux de Ch. Darwin, Hildebrand, Delpino, Lubbock, etc., reconnut comme démontrée cette vérité, qu'un certain nombre de plantes anatomiquement hermaphrodites sont physiologiquement unisexuées, par suite de dichogamie, d'hétérostylie, et d'avortement de l'un des deux organes sexuels. Une autre vérité, non moins bien assise d'une frontière à l'autre de l'empire organique, c'est que l'autofécondation ou réunion sexuelle de cellules sexuées trop proches parentes est préjudiciable à leur conservation et à leur reproduction. Pour obvier à ce grave danger, la nature a employé souvent les moyens les plus merveilleux et s'est servie tantôt de la balistique, mais plus ordinairement des vents et des insectes, pour assurer la pollinisation croisée.

» Toutefois, dans ces dernières années, des doutes répétés sur le rôle des insectes paraissent vouloir s'affirmer, en se multipliant; ces doutes,

d'espèces et de valeurs diverses, nous croyons en trouver l'une des principales sources dans deux Notes que le savant traducteur de la *Fécondation croisée*, M. Heckel, a cru devoir insérer au bas des pages 389 et 391 de cet admirable Ouvrage de Darwin. Ces deux Notes importantes invoquent, comme un argument décisif contre la fécondation croisée par les insectes, l'absence ou du moins la grande rareté de ces animaux auxiliaires, aux sommets fleuris des hautes montagnes.

» L'argument aurait, en effet, une valeur presque d'évidence s'il reposait sur des preuves sérieuses, ce qui est bien loin d'être le cas.

» Vivant depuis plus de quatre ans à Grenoble, c'est-à-dire au centre d'une région qui a toutes les altitudes, depuis 200^m jusqu'à 3000^m, et au milieu d'une flore herbacée, la plus riche du monde, nos fonctions nous ont appelé à faire de très nombreuses herborisations privées et publiques, en toute saison et à toute altitude, surtout au Lantaret, aux monts Galibier et les Évêchés. Ce sont les résultats absolument exacts de nos observations multipliées, appuyées sur les témoignages autorisés de plusieurs botanistes et entomologistes distingués de la région, que nous croyons devoir formuler de la manière suivante :

» 1° Tous les ordres d'insectes ont des représentants jusqu'à l'altitude de 2300^m;

» 2° Les Lépidoptères, les Diptères et certains Hyménoptères l'emportent en nombre sur les autres ordres, à partir de 2300^m;

» 3° Le nombre de genres, espèces et individus d'Insectes *nectarophiles* est proportionnel à celui des fleurs, parfois incalculable;

» 4° Les heures de réveil et de sommeil des fleurs nyctitropiques (bien plus nombreuses qu'on ne le croit) et celles des insectes sont synchroniques;

» 5° Le nombre *apparent* des insectes *nectarophiles* est en rapport physiologique et physique avec le nombre de leurs fleurs favorites, l'état calorifique et hygrométrique, calme ou agité de l'atmosphère, et aussi avec l'état pluvieux, orageux, sombre ou lumineux du ciel. (La rosée rentre dans les causes prédominantes de la disparition momentanée des insectes.)

» *Conclusion*. — Les fleurs et les insectes ne se faisant jamais simultanément et mutuellement défaut, l'objection contre la fécondation croisée, invoquée par M. E. Heckel et basée sur l'absence ou la rareté de ces animaux auxiliaires sur les sommets fleuris des montagnes, perd toute sa valeur. »

M. E. Bigi adresse une Note, écrite en italien, concernant un projet de

disposition d'horloge se remontant d'elle-même, au moyen de courants thermo-électriques produits par les variations de température.

La séance est levée à 4 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 10 JUILLET 1882.

Essai sur les repeuplements artificiels et la restauration des vides et clairières des forêts; par A. NOEL. Paris, Berger-Levrault et Librairie agricole, 1882; in-8°.

Œuvres du Dr Jules Guérin, tome I, pages 529 à 807. Paris, au Bureau de la publication, rue de Vaugirard, n° 46, 1882; in-8° avec atlas.

Etude sur le traitement des fractures indirectes récentes du rachis; par J.-M. CARAFI. Paris, A. Parent, 1882; br. in-8°. (Renvoi au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

L'art de greffer; par CH. BALTET. Paris, G. Masson, 1882; 1 vol in-12.

Compte rendu des épidémies, des épizooties et des travaux des conseils d'hygiène du Morbihan en 1881; *par* le Dr A. MAURICET. Vannes, impr. Galles, 1882; in-4°. (Présenté par M. le baron Larrey pour le Concours Montyon, Statistique.)

Recherches sur le sac embryonnaire des Phanérogames angiospermes. Thèse, par L. GUIGNARD. Montpellier, typogr. Boehm et fils, 1882; in-4°.

Meteorological observations made at the Adelaïde observatory during the year 1879. Adelaïde, E. Spiller, 1881; in-4°.

Ants, bees and wasps, a record of observations on the habits of the social Hymenoptera; by sir JOHN LUBBOCK; second edition. London, Kegan Paul, Trench and C°, 1882; in-12 relié.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 17 JUILLET 1882.

Administration des douanes. Tarif des douanes de France. Tableau des droits d'entrée et de sortie applicables d'après le tarif général et d'après le tarif conventionnel. Paris, Imp. nationale, 1882; in-4°.

Annales du Bureau central météorologique de France, publiées par M. MAS-

CART, 1877 : *Pluies en France*, 1878. *Bulletin des observations françaises et Revue climatologique*, 1879. *Bulletin des observations françaises et Revue climatologique*, 1879. *Pluies en France*, 1880. *Etude des orages en France et Mémoires divers*, 1880. *Pluies en France*, 1880. *Météorologie générale*. Paris, Gauthier-Villars, 1880-1882; 6 vol. in-4° et 1 vol. gr. in-f° oblong.

Bureau central météorologique de France. Rapport du comité météorologique international. Réunion de Berne, 1880. Paris, Gauthier-Villars, 1882; in-8°.

Etude des flexions du grand cercle méridien (flexion en distance polaire, flexion latérale, flexion de l'axe instrumental) et de la forme des tourillons à l'aide de l'appareil imaginé par M. Lœwy; par MM. LOEWY et PÉRIGAUD. Paris, Gauthier-Villars, 1881; in-4°.

Observatoires astronomiques de province. Rapport adressé par le Comité consultatif des observatoires astronomiques de province à M. le Ministre de l'Instruction publique. Rapporteur M. LOEWY, 1879-1880; 2 br. in-8°.

Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique. Mémoires sur les terrains crétacé et tertiaires préparés par feu André Dumont pour servir à la description de la Carte géologique de la Belgique, édités par M. MOURLON. Bruxelles, F. Hayez, 1878-1882; 4 vol. in-8°.

Communications de l'Institut cartographique militaire. N° 19 : *Conférence sur l'application du mouvement de la mer; par* M. V. GAUCHEZ. Bruxelles, impr. A. Cnophs, 1881; in-8°. (2 exemplaires.)

Travaux scientifiques des pharmaciens militaires français; par A. BALLAND. Paris, Asselin et Cie, 1882; in-8°.

Les preuves mécaniques de la rotation de la Terre; par PH. GILBERT. Bruxelles, A. Vromant, 1882; in-8°. (Présenté par M. d'Abbadie.)

Les forces physiques. Oxygène transformé; par le Dr S. VINCI. Catane, impr. Bellini, 1882; opuscule in-8°.

Mémoires et bulletins de la Société de Médecine et de Chirurgie de Bordeaux; année 1880. Paris, G. Masson. Bordeaux, Féret et fils, 1881; in-8°.

Traité des névroses; par A. AXENFELD. 2e édition, par A. HUCHARD. Paris, Germer-Baillière, 1883; in-8°. (Présenté par M. Vulpian pour le Concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

V. CHATEL. *La rage*. Caen, typogr. E. Valin, 1882; opuscule in-8°.

Hygiène et éducation physique de la première enfance. Hygiène et éducation physique de la seconde enfance (période de 2 à 6 ans.) Paris, au siège de la Société, 30, rue du Dragon, 1882; 2 br. in-8°.

Proceedings of the royal Irish Academy, december 1881, may 1882. Dublin, 1881-1882; 2 br. in-8°.

The transactions of the royal Irish Academy; october-november 1881; april-june 1882. Dublin, 1881-1882; 5 br. in-4°.

Reale Accademia dei Lincei. Teorema fondamentale nella teoria dell' equazione canoniche del moto. Memoria del socio FR. SIACCI. Roma, Salviucci, 1882; in-4°. (Présenté par M. Hermite.)

Sitzungsberichte der königlich preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin; I-XVII. Berlin, 1882; gr. in-8°.

Schriften der physikalisch-ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg, 1877-1880. Königsberg, W. Koch, 1878-1881; 7 liv. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 14 AOUT 1882.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉTÉOROLOGIE. — *Note sur la théorie des cyclones de M. le Dr* Andries; par M. Faye.

« Je viens de recevoir de M. le Dr Andries, astronome à l'Observatoire de Wilhelmshaven, un Mémoire très intéressant qu'il a fait insérer dans le *Journal de la Société autrichienne de Météorologie*. Il s'agit de la théorie des cyclones, trombes et tornados. Je demande à l'Académie la permission de lui présenter une courte analyse de ce travail; elle verra que les idées dont j'ai eu plusieurs fois l'honneur de l'entretenir sur ces grands phénomènes, et qui ont été si vivement combattues devant elle, continuent à faire peu à peu leur chemin.

» On a commencé dans ces derniers temps, dit le savant allemand, à tenir compte, dans cette étude, des courants supérieurs de l'atmosphère. On y a été forcément conduit parce que les théories proposées, à l'exception d'une seule peut-être (1), se sont trouvées incapables de rendre compte

(1) C'est la mienne à laquelle M. Andries fait allusion.

du mouvement de translation des cyclones, mouvement qui suit, sur les deux hémisphères, des lois parfaitement déterminées.

» Une seconde difficulté était la rapidité de ce mouvement de translation. En Allemagne, on s'est contenté longtemps de l'explication qu'en a donnée le professeur Mohn; mais on reconnaît aujourd'hui qu'elle est complètement insuffisante.

» Enfin une troisième difficulté restait sans réponse; d'où peut venir l'énorme quantité de travail mécanique qui se dépense dans une tempête? On avait bien calculé la chaleur mise en liberté par la condensation de la vapeur d'eau qui se manifeste dans les cyclones sous forme d'averses abondantes, et on trouvait qu'elle serait capable de fournir la force exigée; mais, comme le fait très bien remarquer M. le D[r] Andries, pour recueillir ces calories et les convertir en travail mécanique, il faut des dispositions dont on n'aperçoit pas la moindre trace dans les théories que l'on avait adoptées jusqu'ici. Sur ce point, dit-il, les démonstrations de M. le professeur Hann sont sans réplique possible.

» Avant tout, dans une étude si difficile, il faut se baser, non sur des hypothèses plus ou moins gratuites, mais sur des expériences. L'auteur a donc entrepris de produire, dans des liquides, des mouvements tourbillonnaires; il rendait visibles les mouvements intestins en y projetant des poussières plus ou moins ténues. Il est arrivé ainsi à des conclusions qui confirment mes idées sur certains points et qui les contredisent sur d'autres. Pour moi, je crois que la contradiction tient surtout à ce que le D[r] Andries a opéré sur des masses d' eau très limitées et contenues dans des vases étroits, tandis que moi j'ai pris pour base les travaux des ingénieurs hydrauliciens, tels que Venturi et en dernier lieu Belgrand, qui ont dû donner toute leur attention aux tourbillons des grands cours d'eau, parce que ces tourbillons en modifient gravement le régime.

» Nous différons aussi en ce que le savant allemand admet trois sortes de tourbillons, dont l'un à axe horizontal. Je n'en admets qu'une sorte, qui seule revêt une forme persistante : c'est celle des tourbillons descendants à axe vertical. Les autres ne peuvent se former un seul instant sans dégénérer aussitôt en mouvements tumultueux. Je ne connais d'exception que pour celle des tores tournants qu'on engendre pour quelques instants dans l'air en y lançant subitement une bouffée de fumée de poudre de guerre ou de tabac brûlé.

» Après avoir exposé ses idées et montré en quoi elles diffèrent des miennes, M. le D[r] Andries termine par ces deux assertions, auxquelles je ne puis qu'applaudir :

» 1° Les cyclones, les tornados et les trombes ne sont qu'un seul et même phénomène mécanique; ils ne diffèrent que par leurs dimensions.

» 2° Ces phénomènes donnent lieu à des actions mécaniques considérables. Or, de telles actions supposent une force de même énergie. Cette force réside dans les courants puissants qui règnent là-haut.

» Ces propositions, si contestées autrefois, sont émises aujourd'hui presque comme des axiomes. On voit, par ces courtes citations, que la Météorologie est entrée, en Allemagne, dans une voie bien différente de celle où mes adversaires se sont efforcés de la maintenir. Toute mon ambition est de faire reconnaître, par l'Académie, que mes travaux et mes discussions ont contribué à ce résultat.

» Je prierai, en terminant, les personnes qui s'intéressent à ces grandes questions de la Mécanique de l'atmosphère de jeter un coup d'œil sur un article du dernier numéro du journal *la Lumière électrique*, où un de nos savants confrères, M. du Moncel, a retracé les ravages épouvantables que des trombes et des tornados ont produits tout récemment aux États-Unis (¹). Ils y verront que ces trombes affectent une direction à peu près constante vers l'Est; que leur vitesse de translation est celle d'un train express, et que leur vitesse linéaire de gyration est, en certains points, plus du tiers de celle d'une balle de fusil au sortir du canon. Ce sont précisément ces trois phénomènes capitaux que M. le Dr Andries oppose à l'ancienne théorie. Dans celle-ci, en effet, les trombes ou les cyclones n'ont absolument aucune marche déterminée. S'ils venaient à se déplacer, ils n'acquerraient jamais qu'une vitesse insignifiante, à peu près celle d'une tortue. S'ils venaient à tourner, ce serait tout au plus du même pas que la petite aiguille du cadran de nos montres. En lisant les effroyables ravages que ces trombes produisent lorsqu'elles descendent des hautes régions de l'air et atteignent le sol, on verra combien M. Andries a raison d'invoquer leur puissance mécanique et d'en chercher la force là où elle existe réellement, c'est-à-dire dans les courants des régions supérieures de l'atmosphère, et l'on comprendra aussi que ce n'est pas en aspirant de l'air sous une différence de pression de quelques millimètres que ces tornados renversent des maisons par centaines, brisent les arbres les plus gros et balayent, en un clin d'œil, des usines avec leurs pesantes machines. On comprendra enfin qu'une trombe est, comme nos machines, un simple

---

(¹) *Voir* aussi l'important Rapport de M. Finley, du *Signal Service*, sur les tornados du mois de mai 1879 aux États-Unis.

organe de transmision de la force : c'est un outil gigantesque qui recueille en haut la force vive dans son vaste entonnoir, et qui l'amène en bas en la concentrant sur un petit espace pour la dépenser contre l'obstacle du sol. Et chose admirable, cet outil qui rabote circulairement le sol ou la mer, peu lui importe, court en même temps sur le sol ou sur la mer avec la rapidité des fleuves aériens, dont les aéronautes nous ont si bien fait connaître l'énorme vitesse!

» Pour moi, les discussions que j'ai soutenues ne m'ont jamais fait douter du succès, même à l'époque où l'un de nos regrettés confrères me reprochait ici même d'être seul de mon avis. Depuis cette époque le public a appris que les tempêtes ne naissent pas ici ou là : elles nous viennent d'Amérique au jour dit; le public sait maintenant qu'il y a là non pas un désordre passager des éléments, mais la manifestation d'une grande loi de la Mécanique terrestre, aussi certaine que toutes celles de la Mécanique céleste; il ne saurait donc toujours préférer de vieilles hypothèses stériles à une étude féconde basée sur la connaissance de ces lois. »

CHIMIE. — *Sur l'apparition du manganèse à la surface des roches.* Mémoire de M. **Boussingault**. (Extrait.)

« Les torrents de la chaîne littorale de Venezuela charrient vers la mer des blocs de granite, de gneiss, de micaschiste; sur la côte de la Guayra, je remarquai des galets de quartz colorés à la surface soit par de l'oxyde rouge de fer, soit par une substance noire ressemblant à de la plombagine. L'épaisseur de ces enduits très adhérents ne dépassait pas $\frac{1}{10}$ de millimètre. Comment ces cailloux roulés avaient-ils été recouverts d'une pellicule de carbone? Cette question me préoccupa jusqu'à ce qu'un examen, fait dans le laboratoire de Santa Fé de Bogotá, me démontrât que la coloration n'était pas due à du carbone, comme je l'avais supposé, mais à du bioxyde de manganèse. Au reste, cette teinte noire, observée non plus sur du quartz charrié par les eaux d'un ruisseau, mais à la surface de roches granitiques, avait déjà fixé l'attention d'Alexandre de Humboldt, durant la mémorable navigation qu'il exécuta sur les grands fleuves de l'Amérique méridionale, pour étudier et fixer astronomiquement cette singulière bifurcation qui met en relation directe l'Orénoque et l'Amazone, contestée pendant si longtemps par les géographes.

» Généralement, pour se rendre du haut Orénoque aux possessions brésiliennes, on remontait le Temi, le Tuamini jusqu'à la mission de Java,

établie au milieu d'un dédale de rivières; on traînait la pirogue sur terre jusqu'au Caño Pumicin, qu'on descendait sans obstacle pour parvenir au rio Negro, affluent de l'Amazone, conduisant au fortin de San Carlos. C'est la route qu'on suivait ordinairement, bien qu'on affirmât qu'il était possible d'accomplir ce voyage sans passer par des *portages*. Cette voie de communication fut découverte par le P. Roman en 1744, alors qu'il visitait les établissements de son ordre. Parvenu au confluent du Guaviare et de l'Atapabo, là où l'Orénoque prend subitement la direction du Sud au Nord, ce religieux aperçut une pirogue montée par des gens vêtus à l'européenne. Dans les solitudes du nouveau monde, où l'on se tient continuellement en garde contre l'attaque des animaux, ce que l'homme redoute le plus, ce qui éveille chez lui une vive appréhension, c'est l'apparition soudaine de son semblable. Subitement alarmé, le missionnaire arbora la croix en signe de paix. Il venait de rencontrer des Portugais, qui furent très étonnés d'apprendre que, partis de l'Amazone, ils naviguaient sur l'Orénoque, où ils étaient arrivés par le rio Cassiquiare, commun aux deux bassins. La découverte du P. Roman se répandit avec une telle rapidité, que bientôt de la Condamine put l'annoncer dans une séance publique de l'Académie des Sciences.

» Humboldt, après avoir passé les cataractes, se rendit à l'Amazone par les marécages et les portages, route suivie par les missionnaires. Du fortin de San Carlos, il revint dans le haut Orénoque en remontant le Cassiquiare. C'est la route la plus longue, la plus pénible; l'isolement absolu où l'on est fait éprouver de vives sensations, « en franchissant les rapides d'un cours » d'eau dont les rives couvertes de forêts sans souvenir des temps passés » frappent l'imagination, en rappelant que dans cet intérieur du nouveau » monde on s'accoutume presque à regarder l'homme comme n'étant pas » essentiel à l'ordre de la nature. La terre est surchargée d'une végétation » dont rien n'arrête le libre développement. Une couche immense de ter- » reau manifeste l'action non interrompue des forces organiques. Les cro- » codiles, les boas sont maîtres de la rivière; le jaguar, le pécari, la danta » et les singes traversent la forêt et vivent sans crainte et sans péril; ils y » sont établis comme dans un antique héritage. Cet aspect d'une nature » animée, dans laquelle l'homme n'est rien, a quelque chose d'étonnant » et de triste. »

» Après avoir décrit les *Raudales*, leur situation avec la chaîne isolée de Parime, formant des digues transversales entravant le cours du grand fleuve, Humboldt ajoute : « Rien de plus imposant que l'aspect de ces lieux. Les

» *rapides*, cette suite de cataractes, cette nappe immense d'eau et de va-
» peurs éclairées par les rayons du Soleil couchant font croire que l'Oré-
» noque est suspendu au-dessus de son lit. »

» Les missions d'Atures et de Maïpures sont sur un granite quelquefois amphibolique. Leur climat est des plus malsains, les fièvres pernicieuses y règnent pendant une partie de l'année; on les attribue à une forte chaleur, à une humidité excessive de l'air, à une mauvaise nourriture, et, d'après les indigènes, aux exhalaisons vénéneuses qui s'élèvent des roches dénudées. Cette dernière assertion mérite d'autant plus d'attention qu'elle est en rapport avec un phénomène physique observé dans différentes parties du globe et qui n'a pas été suffisamment expliqué.

» Entre les missions de Carichana et Santa Barbara, partout où l'Orénoque baigne périodiquement les granites, ceux-ci sont luisants, noirs; la matière colorante ne pénètre pas dans la roche : elle est généralement sur les parties quartzeuses; les cristaux de feldspath sont d'un blanc rougeâtre et en saillie sur le fond noir. Humboldt a remarqué que les énormes masses pierreuses se présentent tantôt en rhomboïdes, tantôt en hémisphère propre aux granites séparés en blocs; elles donnent au pays un aspect lugubre, leur couleur contrastant avec celle de l'écume du fleuve qui les couvre et de la végétation qui les environne. Les Indiens disent que ces roches sont brûlées, calcinées par le soleil; on les suit jusqu'à 50 toises au-dessus du rivage, à une hauteur que les eaux n'atteignent plus, même dans les grandes crues. Comment concevoir ces changements de couleurs? Remarquons d'abord que ce phénomène n'appartient pas seulement aux cataractes, on le retrouve dans les deux hémisphères.

» Lorsque, à son retour du Mexique, en 1807, Humboldt montra les granites d'Atures et de Maïpures à de Rozière, qui venait de parcourir la vallée du Nil, les côtes de la mer Rouge et le mont Sinaï, ce savant géologue fit voir que les roches primitives des petites cataractes de Syène offrent, comme les roches de l'Orénoque, une surface lustrée, gris noirâtre, presque plombée et paraissant couverte de goudron. Plus récemment, dans la malheureuse expédition du capitaine Tuckey, des naturalistes anglais ont été frappés du même aspect dans les écueils qui obstruent le cours de la rivière du Congo ou Zaïre. Le docteur Kœnig a placé, dans le Musée britannique, à côté des syénites colorées du Congo, des granites d'Atures; ces fragments, dit Kœnig, ressemblent également à des pierres météoriques. Dans les roches de l'Orénoque et de l'Afrique, l'enduit noir était composé, d'après l'analyse de Children, d'oxydes de fer

et de manganèse. Près d'Atures et de Maïpures, sur une surface de plus d'une lieue carrée, des masses granitiques de 40 à 50 pieds d'épaisseur sont uniformément colorées par ces oxydes.

» On doit remarquer que ces colorations se sont présentées jusqu'à présent dans des rivières à crues périodiques, dont la température habituelle est de 24° à 28° et coulant non sur des grès ou des calcaires, mais sur des granites, des gneiss ou des amphibolithes.

» L'enduit noir adhérent à la surface des roches de Syène a été examiné par Berzélius : il y a constaté, comme sur les granites de l'Orénoque et du Congo, la réunion du fer et du manganèse. Ce célèbre chimiste pensait que les fleuves n'arrachent pas les oxydes au sol sur lequel ils coulent, mais qu'ils les tirent de sources souterraines et les déposent ensuite par une sorte de cémentation, résultant d'une affinité particulière, peut-être due à l'action de l'acide carbonique sur la potasse des feldspaths.

» Le dépôt noir est-il indépendant de la nature des roches? Humboldt a fait cette curieuse observation que ni les granites éloignés du lit ancien de l'Orénoque, exposés durant la saison des pluies à des alternatives de chaleur et d'humidité, ni les mêmes granites baignés par les eaux brunâtres du rio Negro n'acquièrent la couleur des pierres météoriques; il ajoute que les Indiens prétendent que les roches ne deviennent noires que là où les eaux sont blanches, incolores.

» C'est ici qu'il convient de faire ressortir cette distinction dans la teinte des rivières à laquelle les Indiens attachent de l'importance.

» Dans les plaines du Meta et de l'Apure, j'ai rencontré des eaux brunes, et sur la cime de la Cordillère orientale des Andes, à l'altitude de 3000^{m}, au-dessus des importantes sources salées, chaudes, exploitées près de la ville de Chita, j'ai vu, là où le grès est en relation avec le calcaire néocomien, un lac dont la couleur foncée faisait un contraste surprenant avec la teinte azurée du ciel. Cependant, vue par transmission, l'eau était incolore, limpide.

» Ces nuances variées dans l'apparence des eaux ont été observées très attentivement par Humboldt : aussi ne puis-je mieux faire que de rapporter textuellement les faits qu'il a constatés.

« Arrivés vers le sud, là où commence le système des eaux brun jaunâtre qu'on appelle généralement *aguas negras* (eaux noires), à l'embouchure du rio Zama, nous entrâmes dans des rivières qui attirèrent notre attention. Le Zama, le Matareni, l'Atapabo, le Tuamini, le

Temi, le Guaïnia ont des *aguas negras,* c'est-à-dire que leurs eaux vues en grandes masses paraissaient brunes comme du café, ou d'un noir verdâtre; ce sont cependant les eaux les plus belles, les plus claires, les plus agréables au goût. Le peuple prétend en outre que ces eaux ne brunissent pas les rochers et que les rivières blanches sont les seules qui aient des bords noirs, tandis que les rivières noires ont des bords blancs.

» La couleur des eaux de source, des rivières et des lacs est au nombre des problèmes de Physique qu'il est difficile, sinon impossible, de résoudre par des expériences directes. Les teintes de la lumière réfléchie sont généralement très différentes de celles de la lumière transmise : elles le sont surtout lorsque la transmission se fait par une grande portion de liquide. S'il n'y avait pas absorption de rayons, la lumière transmise aurait constamment une couleur qui serait complémentaire de la lumière réfléchie, et, en général, on juge mal de la lumière transmise en remplissant d'eau un verre peu profond et à ouverture étroite. Dans une rivière, la lumière colorée, réfléchie, nous vient toujours des couches inférieures du liquide, non de la couche supérieure. En consultant les géographes de l'antiquité, nous voyons que les Grecs étaient déjà frappés des eaux bleues des Thermopyles, des eaux rouges de Jappée et des eaux noires des bains chauds d'Astz, vis-à-vis de Lesbos. Plusieurs lacs de la Savoie et du Pérou ont des teintes brunâtres, presque noires. »

» Dans les missions d'Atures et de Maïpures, on assure que l'insalubrité est la conséquence de la proximité des roches nues, surtout des roches granitiques dont la surface est noire. Sous la zone équatoriale, le peuple multiplie à son gré les causes pathologiques : on y craint de dormir en plein air dès qu'on est exposé aux rayons de la pleine Lune. A l'Orénoque on pense qu'il est dangereux de se coucher sur des granits voisins du fleuve. A Carichana on voulait déplacer le village simplement pour l'éloigner des rochers noircis, où, sur un espace de plus de 1000 toises carrées, des bancs de granite nu forment la surface du sol.

» Il est probablement dangereux de coucher sur les *laxas negras* (pierres noires), parce qu'elles conservent durant la nuit une température très élevée, que Humboldt a trouvée être, le jour, de 48°, l'air étant à l'ombre à 29°,7. Pendant la nuit, le thermomètre appuyé au rocher marquait 36°, l'air étant à 26°. Lorsque, vers 3h de l'après-midi, on se promène à Carichana, à Atures, à Maipures, au milieu de ces blocs dépourvus de terre végétale et entassés à de grandes hauteurs, on est suffoqué comme si l'on se trouvait devant une fournaise. Les vents, si jamais on les sent dans ces contrées boisées, loin de porter la fraîcheur, paraissent plus embrasés lorsqu'ils passent sur des lits de pierres et de boules de granites amoncelés.

» On a vu que Berzélius attribuait le dépôt noir de la superficie des roches, non pas à un sédiment, mais à un produit dont les sources minérales seraient le véhicule, parce qu'elles tiendraient en dissolution des carbonates

qui se précipiteraient, lorsque, par l'agitation, le gaz acide carbonique se dégagerait; les protoxydes de manganèse et de fer des carbonates dissous passeraient, par l'effet de l'oxygène de l'atmosphère, à un degré d'oxydation supérieur et se déposeraient sur les roches émergées. Ici se présente une question : les eaux thermales renferment-elles du carbonate de manganèse? Bergmann est, je crois, le premier qui en ait signalé la présence dans des sources minérales; plus tard, Berzélius en a rencontré dans les bains chauds de Carlsbaden.

» Les eaux de Carlsbaden, dont la température est de 50° à 74°, déposent des concrétions calcaires fibreuses, sillonnées de bandes brunes portant sur quelques points une substance noire, luisante.

» Dans les Andes, j'ai observé une source contenant du manganèse en proportions relativement fortes et formant des dépôts rappelant, par l'enduit noir qui les couvre, ce que l'on voit sur les granites des cataractes de l'Orénoque : c'est dans la province de Popayan, près du village de Combalo, à la base du volcan actif de Puracé. La source de Coconuco est dans un site des plus pittoresques, à l'altitude de 2500^{m}, dominant les vallées brûlantes de Cauca. On aperçoit les neiges éternelles de Puracé et du Huila ; l'eau sort avec impétuosité et en très grande abondance d'un amas de blocs de trachyte émettant du gaz acide carbonique et du gaz sulfhydrique en telle quantité qu'elle semble être en pleine ébullition; sa température est de 73°. L'amas de roches d'où surgit la source est cimenté et recouvert par une masse calcaire dont l'intérieur est blanc, translucide, ayant sur certains points une structure fibreuse; mais ce que présente de curieux cette concrétion, c'est que sa surface est noire, luisante, à reflets métalliques.

» 1^{lit} d'eau de Coconuco, analysé dans le village indien de Puracé, a donné, abstraction faite des gaz, que je ne pouvais pas doser :

	gr
Sulfate de soude	3,89
Chlorure de sodium	2,75
Bicarbonate de soude	0,69
Carbonate de chaux / Carbonate de manganèse	0,10
Silice	traces
	7,43

» Cette composition explique l'origine de l'abondante concrétion recouvrant les roches et dans laquelle j'ai trouvé :

Carbonate de chaux..................	74,2
Carbonate de manganèse..............	21,0
Carbonate de magnésie................	4,0
Sulfate de soude et chlorure de sodium...	1,0
	100,2

» C'est une véritable dolomie où le carbonate de manganèse remplace le carbonate de magnésie; quant à la pellicule noire, elle est due, à n'en pas douter, à la suroxydation du protoxyde de carbonate de manganèse par son contact avec l'air. On sait, en effet, que, dans certaines conditions, ce carbonate est décomposé en présence de l'oxygène, son oxyde blanc passant à un oxyde noir.

MÉMOIRES LUS.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Recherches expérimentales sur le mode de formation des cratères de la Lune.* Note de M. **Jules Bergeron**.

(Renvoi à la Section d'Astronomie, à laquelle M. Dumas et M. Hébert sont priés de s'adjoindre.)

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie le résultat des expériences que j'ai entreprises, dans le but de rechercher le mode de formation des cratères lunaires.

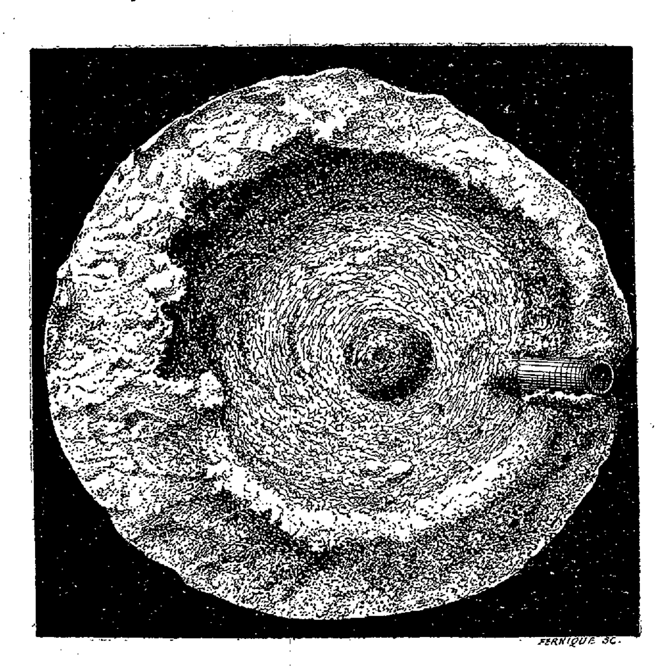
» Je suis parti de ce fait, que, lorsque des gaz ou des vapeurs traversent une masse pâteuse, ils laissent, après leur passage, une série de trous en entonnoirs. Frappé de l'analogie que présentent ces trous avec les cratères de la Lune, j'ai cherché à reproduire ce phénomène sur une plus grande échelle.

» Pour simplifier la disposition de mes appareils [1], j'ai eu recours à des alliages fondant à des températures relativement basses. Le premier sur

[1] Toutes ces expériences ont été faites dans le laboratoire de Chimie de l'École Centrale, mis à ma disposition par le colonel Solignac, avec la bienveillance et la libéralité que lui connaissent tous les élèves de cette École.

lequel j'ai opéré est l'alliage de Wood; il se compose de 7 parties de bismuth, 2 de cadmium, 2 d'étain, 2 de plomb et fond vers 70°.

» Dans la masse fondue au bain-marie, j'ai fait arriver un courant d'air chaud, au moyen d'un tube de laiton, ainsi qu'on peut le voir dans la *fig.* 1. Je laissais la masse métallique se refroidir peu à peu, tout en continuant l'insufflation de l'air chaud. Il se produisait un bouillonnement qui chassait, sur une grande surface, toutes les parties qui commençaient à se solidifier et à former une pellicule. J'avais ainsi un grand cirque. En continuant

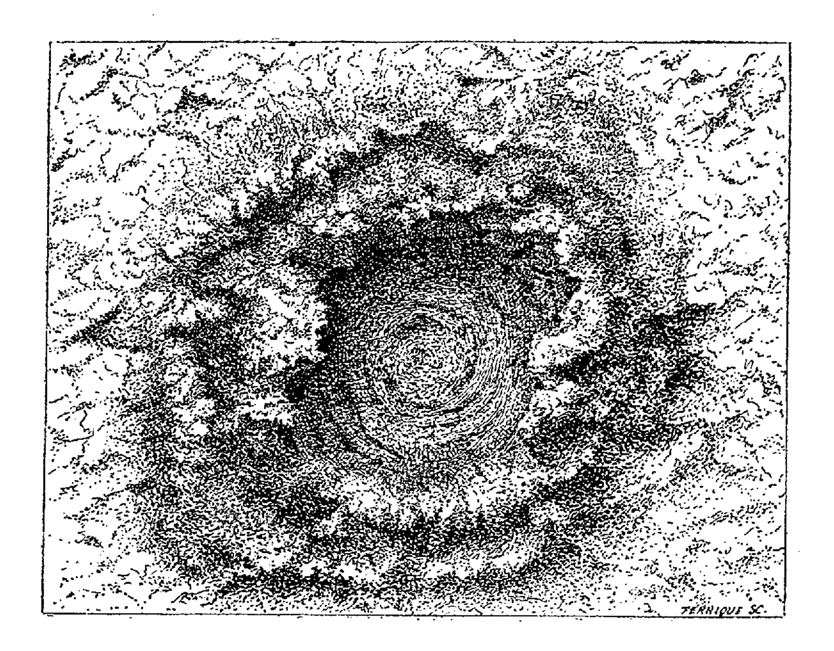


l'insufflation de l'air, peu à peu les bords du cirque s'élevaient et celui-ci prenait l'aspect d'un cratère; mais aussi, à mesure que le refroidissement se produisait, la masse métallique, devenue pâteuse et toujours repoussée par le jet de gaz, ne pouvant plus chasser devant elle la pellicule solide, passait par-dessus les bords de ce cratère et formait un cône qui s'accentuait visiblement. En même temps le cratère se creusait de plus en plus, et ses parois internes présentaient une inclinaison beaucoup plus grande que les parois externes. Je me trouvais en présence d'un cratère analogue à ceux de la Lune. Ce phénomène se constate, quel que soit l'alliage employé.

» Ces faits, révélés par l'expérience, ont dû se produire sur la Lune. Au lieu de gaz, il se peut que ce soient des vapeurs qui aient donné naissance

à ces reliefs. Ces vapeurs sortaient librement de la Lune, alors qu'elle était à l'état de fluidité; mais la partie superficielle de cette planète s'étant refroidie beaucoup plus vite que la partie interne, celle-ci, encore fluide, continuait à émettre des vapeurs, alors qu'à la surface se trouvait une masse déjà pâteuse; ces vapeurs traversaient cette enveloppe et sortaient seulement en certains points, là sans doute où la solidification était le moins près d'avoir lieu. Ces vapeurs ont pu, postérieurement, se condenser ou bien être absorbées par la substance constituant la roche même de la Lune.

» A mes premières expériences, faites dans une capsule, on pouvait objecter que la forme circulaire du cratère provenait de l'influence des parois. Pour lever ces objections, j'ai employé une bassine rectangulaire,



dans laquelle j'ai fait fondre un alliage renfermant 4 parties de plomb, 4 d'étain et 1 de bismuth. Les phénomènes se sont produits comme dans le cas précédent; mais j'ai pu constater que l'aspect de la masse, après la formation du cratère, variait selon le métal employé. Dans le cas où je me servais de l'alliage de Wood, celui-ci étant très fusible, les projections qui retombaient sur le bord du cratère s'écoulaient et elles ne laissaient aucune trace de leur passage. Avec le second alliage, les projections sont toutes visibles et donnent un aspect déchiqueté au cratère. De plus, l'air chaud n'étant pas à une température suffisante pour fondre le métal, les

projections peuvent arriver à surplomber le fond, ainsi qu'on le voit (*fig.* 2).

» Cette seconde expérience présente un accident assez intéressant; on voit comme deux enceintes circulaires concentriques, la plus rapprochée du centre étant la plus élevée. Ce fait est dû à une interruption dans le passage de l'air, pendant la formation du cratère. Les bords de Copernic, d'Archimède et de bien d'autres cratères lunaires présentent des accidents analogues.

» Au centre d'un grand nombre de cratères de la Lune, on voit se dresser comme un dyke. J'ai pu reproduire un accident analogue, ainsi que cela est visible dans la *fig.* 1. Lorsque j'ai eu fini d'insuffler de l'air, il s'est formé une dernière bulle qui a soulevé la masse, mais qui n'a pas pu la projeter par-dessus les bords du cratère; les dykes lunaires se sont très probablement formés ainsi, sous l'action du gaz, à la fin de la période d'activité des cratères. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Des termes à courte période dans le mouvement de rotation de la Terre.* Mémoire de M. C. **Rozé**, présenté par M. Faye. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Bertrand, Serret, Daubrée, Tisserand.)

« La connaissance précise du mouvement de rotation de la Terre est fondamentale en Astronomie. En effet, pour déterminer les coordonnées des astres par rapport à des directions fixes, il faut pouvoir rapporter à celles-ci les positions de la verticale et de l'axe de rotation; or, en particulier, la position de ce dernier est incessamment variable dans l'espace, aussi bien que dans la Terre.

» Le problème ne peut, *a priori*, être résolu dans toute sa généralité, car il dépend de la constitution intérieure de la Terre, pour laquelle on est réduit à des hypothèses encore peu définies; aussi, pour le rendre accessible à l'analyse, on a dû se borner à assimiler la Terre à un solide invariable. On a pu ainsi non seulement obtenir les formules de la précession et de la nutation, mais encore établir certaines conditions auxquelles doit nécessairement satisfaire la constitution intérieure de la Terre.

» Lorsqu'un solide invariable est libre, l'un des axes principaux décrit, autour de l'axe résultant des moments des quantités de mouvement dont la

direction est invariable dans l'espace, un cône qui est de révolution si l'ellipsoïde d'inertie est lui-même de révolution; l'ouverture de ce cône dépend des conditions initiales et est nécessairement très petite dans le cas de la Terre. Mais celle-ci, ne pouvant être considérée comme sphérique et homogène, n'est pas libre; l'axe résultant se déplace d'une façon incessante sous l'action de la Lune et du Soleil, et son mouvement est défini par les équations

$$\sin\omega\,\frac{d\psi}{dt}=\frac{C-A}{nC}N,\quad \frac{d\omega}{dt}=\frac{C-A}{nC}M,$$

en faisant l'hypothèse $B=A$ (1). Ces équations pourraient être écrites *a priori* en appliquant le théorème de M. Resal; elles conduisent aux formules de la précession et de la nutation et au calcul des coordonnées ou positions apparentes, c'est-à-dire rapportées à l'axe résultant et à l'intersection du plan perpendiculaire avec le plan fixe.

» L'axe résultant, ainsi choisi comme direction fondamentale, est mobile dans la Terre, par suite généralement distinct de l'axe principal. On a pu établir que l'angle qu'ils forment n'est soumis à aucune variation séculaire appréciable; mais il est soumis à de nombreuses inégalités périodiques qu'on a jugées insensibles, parce qu'elles se reporteraient sur les latitudes terrestres et que l'observation n'a, jusqu'à présent, révélé aucune variation régulière de cet élément. Cependant certains faits, qui vont s'accumulant avec la multiplicité des déterminations, peuvent faire supposer que cette hypothèse n'est plus en rapport avec la précision des observations; quelques-uns peuvent, il est vrai, être attribués au changement de la verticale, mais il en est où ce changement ne joue qu'un rôle secondaire.

» Ainsi l'observation des circumpolaires, devenue si précise depuis l'emploi du fil mobile, manifeste des anomalies qui ont vivement excité l'attention des astronomes.

» Ayant personnellement constaté ces anomalies, en avril et mai 1871, j'ai pensé à les rapprocher des inégalités dont il vient d'être parlé. L'Académie a bien voulu accepter le dépôt d'un pli cacheté contenant un Mémoire où cette question est étudiée par les méthodes de Poinsot (2). J'ai aussitôt

---

(1) Voir *Mémoire sur le mouvement de rotation de la Terre*, par M. J.-A. Serret (*Annales de l'Observatoire*, t. V).

(2) Séance du 16 octobre 1871.

repris le problème par l'analyse en faisant, pour simplifier, l'hypothèse $B = A$ [1].

» Les inégalités qu'il faut étudier portent sur les composantes p et q de la vitesse de rotation. En prenant l'axe de la vitesse p dans le plan méridien du lieu, ce qui est permis à cause de l'hypothèse $B = A$, on voit aisément que $\frac{Ap}{Cn}$ est le sinus de l'angle formé par l'axe principal et la projection de l'axe résultant sur le plan méridien, et $\frac{Aq}{Cn}$ le sinus de l'angle de l'axe résultant avec ce plan. D'où il suit que l'on devrait appliquer aux observations les corrections :

1° De latitude terrestre ou de distance polaire. . . . . $\frac{Ap}{Cn} \frac{1}{\sin 1''}$

2° D'azimut. . . . . $\frac{1}{\sin\lambda} \frac{Aq}{Cn} \frac{1}{\sin 1''}$

λ étant la colatitude du lieu.

» D'ailleurs, une analyse assez simple conduit aux valeurs, sous forme finie, de p et q. Lorsque l'on convient de négliger les termes de l'ordre des produits des parties constantes de p et q par la fonction perturbatrice, et *a fortiori* les termes de l'ordre du carré de cette fonction, ces valeurs contiennent seulement des termes à période de dix mois et un certain nombre d'autres dont la période est à peu près diurne, ceux-ci dépendant de variables relatives au mouvement de la Lune et du Soleil.

» En considérant isolément l'influence de ces deux sortes de termes sur les observations de circumpolaires, on voit que, par les premiers, le plan méridien lié à la Terre s'écartant lentement et périodiquement de l'axe résultant, les ascensions droites observées à deux passages consécutifs, l'un supérieur, l'autre inférieur, pourront être différentes, quoique leur demi-somme soit à peu près égale à l'ascension droite calculée, c'est-à-dire conclue de la moyenne d'un grand nombre d'observations ; par les seconds, au contraire, le même plan méridien effectuant une oscillation à peu près en un jour, les ascensions droites seront identiques entre elles, mais pourront différer de celle calculée.

» Ce sont là des phénomènes d'un caractère bien déterminé et qui paraissent faciles à mettre en évidence. Cependant la théorie ne fait pas connaître la grandeur de ces termes; en particulier, les premiers dépendent

(1) Les termes dépendant de la différence $B - A$ ont été, depuis, discutés à un autre point de vue par M. E. Mathieu (*Journal de Mathématiques pures et appliquées*, t. II, 1876).

de la constitution intérieure et semblent devoir être notablement plus grands que si la Terre pouvait être considérée comme un solide invariable. D'ailleurs on peut bien tirer des observations actuelles des inductions favorables au rapprochement indiqué, mais il semble difficile d'en conclure les valeurs des coefficients inconnus.

» Je n'ai point cessé de poursuivre la solution de cette question. En vue des déterminations par l'observation, j'ai étudié une disposition instrumentale nouvelle et appropriée; mais, quoiqu'elle soit relativement peu dispendieuse, je n'ai pas eu, jusqu'à présent, les moyens de la réaliser. D'autre part, un appareil actuellement en construction est destiné plus spécialement à permettre d'obtenir des données nouvelles sur la constitution de la Terre. »

PATHOLOGIE. — *Sur la guérison du diabète sucré.* Mémoire de M. **G. Félizet**, présenté par M. Marey. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Médecine.)

« Mes premières recherches sur ce sujet remontent à 1877; j'ai actuellement quinze observations de diabète traité avec succès par le bromure de potassium.

» C'est en m'inspirant des expériences mémorables dans lesquelles Claude Bernard parvint à reproduire, en 1849, le diabète, ou plutôt la glycosurie, chez les animaux, que j'ai tenté d'obtenir la guérison complète d'une maladie réputée à peu près incurable. J'ai l'espoir d'apporter une confirmation clinique aux idées que le grand philosophe français avait conçues, dans une intuition de génie, sur la nature nerveuse du diabète.

» En fait, mon travail n'est que la contre-partie de l'expérience fondamentale de Claude Bernard. Il a montré comment l'irritation d'une zone déterminée du bulbe rachidien exaspère la fonction glycogénique du foie et produit la glycosurie. Mes expériences m'ont permis d'enrayer cette glycosurie artificiellement produite chez les animaux. Les observations dont cette Note résume les résultats, en montrant que le médicament qui supprime la glycosurie en quelques heures guérit également le diabète en quelques semaines ou en quelques mois, ces expériences et ces observations permettent d'affirmer qu'il existe un lien entre la glycosurie artificielle, le diabète intermittent et le diabète avéré, et que ce lien, c'est *l'irritation du bulbe*.

» Ce n'est donc pas en masquant la maladie par la soumission aux sévérités d'un régime exempt de pain, de féculents, de sucre, etc., qu'on arrive à la guérir, mais en tarissant la source même de la production du sucre, c'est-à-dire en supprimant l'irritation du bulbe rachidien.

» Le bromure de potassium, par l'action élective de sédation qu'il exerce sur les fonctions du bulbe, supprime les effets de cette irritation avec une rapidité parfois surprenante; par doses massives et soutenues, il guérit le diabète.

» Les tableaux graphiques qui sont joints à mon Mémoire montrent les courbes de la décroissance du sucre sous l'influence du bromure; ils font voir, en outre, l'espèce d'antagonisme qui existerait entre les quantités respectives de la glycose et de l'urée; ils fournissent ainsi, dans la question encore si obscure des combustions et des échanges, les éléments d'une solution à l'un des problèmes les plus curieux de la machine animale. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur un nouveau procédé d'isolement des fils électriques.* Note de M. H. GEOFFROY.

(Renvoi à la Section de Physique.)

« L'attention publique ayant été vivement surexcitée par plusieurs accidents provenant de l'imparfait isolement des fils électriques, je prends la liberté de soumettre à l'Académie un procédé nouveau qui me paraît de nature à supprimer radicalement toutes les chances d'incendie, même lorsque les fils se trouvent en contact avec des matières combustibles.

» Ce procédé consiste à recouvrir les fils conducteurs d'un enroulement de fibres d'amiante et à les placer ensuite dans un tube en plomb, comme on le fait ordinairement.

» D'expériences exécutées à Paris par M. Henri Lippmann, ingénieur de *The Faure electric accumulator Company*, et que je suis en mesure de répéter, il résulte qu'un fil, conforme à l'échantillon que j'ai l'honneur de joindre à mon Mémoire, peut être entièrement volatilisé sans que l'étincelle se communique au dehors. Quoique l'expérience ait été exécutée avec un courant puissant, sur une courte longueur où toute la chaleur se trouvait, pour ainsi dire, condensée, le plomb n'a manifesté aucun commencement de fusion. La volatilisation, qu'il serait très intéressant de répéter dans les cours, est l'affaire d'un dixième de seconde. Le plomb ne peut pas fondre, parce que, le cuivre étant brûlé, le courant se trouve interrompu.

» Une autre expérience, facile à faire, prouve que l'isolement électrique est très satisfaisant et qu'aucune portion du courant ne se dérive par l'intermédiaire de l'amiante. »

M. L. **Pagel** adresse une Note relative à sa méthode pour obtenir la longitude par les distances lunaires.

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

M. G. **de Lalagade** adresse une Note concernant un *phono galvanomètre* permettant de déterminer l'intensité et le sens des courants les plus faibles. L'auteur joint à cette Note la description d'un *électrophone condensateur.*

(Commissaires : MM. Becquerel, Jamin, du Moncel.)

MM. **Joseph** et **Adolphe Pagès** adressent, par l'entremise du Ministère de l'Instruction publique, une Note relative à la navigation aérienne.

(Renvoi au Concours du prix Penaud, pour 1883.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un nouveau numéro du *Bullettino* publié par M. le prince *Boncompagni;* ce numéro contient un article intitulé « Biographie néerlandaise historico-scientifique des Ouvrages importants dont les auteurs sont nés aux XVIe, XVIIe et XVIIIe siècles, sur les Sciences mathématiques et physiques avec leurs applications, par le Dr *Bierens de Haan* » ;

2° Un Atlas des lignes isothermes des États-Unis, mois par mois, de 1871 à 1880, publié par M. *A.-W. Greely,* sous la direction de M. *W.-B. Hazen.*

ASTRONOMIE. — *Découverte d'une petite planète à l'Observatoire de Paris;* par M. **Paul Henry**; présentée par M. Mouchez.

Position de la nouvelle planète (227).

Date.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Déclinaison.
1882. Août 12.....	12^h	22^{h}1^m	— 13°35′

Faible mouvement sud.

» La planète ressemble à une étoile de 12e,5 grandeur. »

ASTRONOMIE. — *Description de l'amas de l'Ecrevisse et mesures micrométriques des positions relatives des principales étoiles qui le composent.* Note de M. C. **Wolf**, présentée par M. Mouchez.

« J'ai employé, pour l'observation des étoiles de l'amas de l'Écrevisse, connu sous le nom de *Præsepe* ou la *Crèche*, les mêmes méthodes et les mêmes instruments qui m'ont servi, de 1873 à 1875, à l'observation du groupe des Pléiades. Ce travail comprend donc trois parties, savoir :

» 1° Détermination micrométrique des positions relatives des principales étoiles, au nombre de 82, à l'aide du micromètre filaire que j'ai étudié lors de mon travail sur les Pléiades. L'amas est divisé en zones de dix minutes d'arc de hauteur; les différences d'ascension droite des étoiles de chaque zone sont déterminées par l'enregistrement électrique des passages à sept fils; les différences de distance polaire sont mesurées par la vis micrométrique. J'ai suivi le même mode de réduction que j'avais appliqué aux observations des Pléiades, la comparaison des observations méridiennes aux mesures micrométriques m'ayant montré pour ces dernières qu'il n'y a pas à craindre l'accumulation des erreurs quand les zones successives sont reliées par un nombre suffisant d'étoiles communes. La justification de cette méthode ressort également de la comparaison faite par M. Pritchard, à l'Observatoire d'Oxford, des positions de 15 étoiles des Pléiades déterminées par moi avec celles qu'il a obtenues à l'aide de son *duplex micrometer*, et aussi, comme on va le voir, de la comparaison de mes mesures de l'amas de l'Écrevisse avec celles de M. Asaph Hall, qui reposent sur des mesures méridiennes de 11 étoiles principales.

» 2° Détermination micrométrique des positions relatives de toutes les étoiles du groupe, jusqu'à la 12e grandeur, comprises dans un rectangle de huit minutes de temps en largeur sur quatre-vingt-dix minutes d'arc de hauteur. Cette détermination a été faite à l'aide du micromètre à cadran, que j'ai construit pour la description rapide des groupes d'étoiles et qui donne les positions relatives à un dixième de minute d'arc. Les positions ainsi obtenues sont réduites à l'aide des positions exactes des étoiles de chaque zone qui appartiennent aux 82 fondamentales. Ce second catalogue comprend 188 étoiles.

» 3° Revision sur le ciel de la carte des positions ainsi obtenues et des grandeurs assignées, et en même temps pointage sur la carte des étoiles omises ou inférieures à la douzième grandeur. La carte ainsi complétée comprend actuellement 363 étoiles.

TABLEAU DES POSITIONS DE 82 ÉTOILES DE L'AMAS DE L'ÉCREVISSE, RAPPORTÉES A ε ÉCREVISSE ET RÉDUITES A 1877,0.

Position moyenne de ε *Écrevisse pour* 1877,0 : Æ = 8h33m23s,75; 𝔓 = 70°1′18″,03.

		Grandeur.	δÆ.	δ𝔓.
			m s	′ ″
	1.	10,5	−3.25,35	−46.27,8
16925 Lal....	2.	8,5	−3. 3,97	−56. 4,9
	3.	10	−2.54,85	−27.43,2
16929 Lal....	4.	9,5	−2.50,88	−10.53,1
16931 Lal....	5.	9,2	−2.46,63	+ 1.58,4
16939 Lal....	6.	8	−2.39,97	+17. 1,9
	7.	10,5	−2.40,72	−47.12,9
	8.	11	−2.30,48	+ 0. 4,0
	9.	10	−2.24,45	−34.45,3
	10.	10,5	−2.13,30	− 0. 3,5
	11.	10,5	−2.12,61	+11. 4,2
16959 Lal....	12.	9	−2. 6,40	−39.26,0
	13.	11,5	−2. 4,51	−30.36,6
	14.	10,5	−1.55,16	+ 5. 5,5
	15.	10	−1.53,95	−18.40,1
16971 Lal....	16.	10,5	−1.50,08	− 5.53,4
	17.	9	−1.50,51	−26.26,0
	18.	10	−1.40,23	+ 2.52,1
	19.	10,5	−1.24,80	−10.35,4
16988 Lal....	20.	10	−1.24,77	−27. 5,5
	21.	10	−1.23,47	−34. 8,5
16991 Lal....	22.	9	−1.21,40	− 7.43,6
16994 Lal....	23.	9,5	−1.18,23	− 2.40,3
	24.	10,5	−1.17,16	− 7.49,9
	25.	10	−1. 9,23	−30.17,4
	26.	10,5	−1. 1,96	+ 5.16,5
	27.	10	−0.55,55	−37.18,5
	28.	10,5	−0.53,96	+15. 6,6
17013 Lal....	29.	9	−0.45,75	−32.22,2
17014 Lal....	30.	7,2	−0.45,03	−13.54,4
	31.	7	−0.41,79	+16.16,8
	32.	10	−0.40,89	+10.45,2
f Écrevisse....	33.	7,5	−0.36,39	+ 0.19,7
	34.	10,5	−0.34,13	+14. 0,6
	35.	10,5	−0.33,36	−31. 7,5
	36.	9,0	−0.30,58	− 0.24,9
	37.	9,5	−0.30,29	−36.43,5
	38.	9	−0.29,29	+ 0.16,2
	39.		−0.29,19	−29. 7,5
	40.	10,5	−0.28,53	− 7.21,3
	41.	10,5	−0.21,85	−50. 4,0
17035 Lal....	42.	7	−0.21,82	−27.43,0
	43.	10	−0.20,51	+ 5.29,9
17040 Lal....	44.	7,5	−0.16,69	−25.31,9
	45.	10,5	−0.14,93	− 5.38,7
	46.	10	−0.12,83	−26.55,7
	47.	9	−0. 8,89	+ 0.47,3
	48.	9	−0. 6,57	− 8.29,7
	49.	8	−0. 6,40	+11.46,2
	50.	10	−0. 6,24	−33.39,0
	51.	10	−0. 1,93	−50.27,9
	52.	7	−0. 5,19	− 7.29,6
	53.	9,5	−0. 4,27	−17.24,0
	54.	9,5	−0. 1,96	−38.13,1
	55.	10	−0. 1,27	− 8.29,8
ε Écrevisse....	56.	7,5	0. 0,00	0. 0,0
	57.	9	+0.13,03	+19. 1,7
17061 Lal....	58.	8	+0.15,87	−10.30,0
	59.	9,5	+0.19,73	+14. 4,6
	60.	9	+0.23,64	−43.21,2
	61.	10,5	+0.25,74	+ 3.52,8
	62.	9,5	+0.29,07	−23.27,8
17068 Lal....	63.	7,7	+0.29,28	− 2.11,6
	64.	9,5	+0.43,11	−17.10,7
	65.	10	+0.43,26	+ 1.57,0
17078 Lal....	66.	6,5	+0.45,64	−56. 0,3
	67.	8,5	+0.46,01	−22.43,8
	68.	8,5	+0.52,24	+16.54,9
	69.	10	+1. 0,17	+ 0. 5,4
	70.	9,5	+1. 7,84	− 7.12,4
	71.	9,5	+1.19,43	+16.28,2
	72.	11	+1.21,31	+ 7.46,2
17098 Lal....	73.	7	+1.22,55	−19.56,8
	74.	8	+1.24,78	−37. 3,9
	75.	10	+1.38,27	− 3.31,8
	76.	8,5	+1.40,12	+ 7.47,4
	77.	10	+1.48,49	− 8.48,9
	78.	9	+1.52,20	−29.45,6
	79.	9	+1.53,26	−38.28,1
	80.	11	+2. 6,00	+ 8.42,0
	81.	10	+2.14,10	− 0.12,5
	82.	10	+2.39,66	+ 6. 3,0

» Il faudrait maintenant comparer les positions actuelles de ces étoiles à des observations assez anciennes pour pouvoir en déduire les mouvements propres relatifs. Malheureusement de telles observations font à peu près défaut. Les Mémoires de l'ancienne Académie des Sciences contiennent deux Cartes gravées de l'amas de l'Écrevisse, dressées l'une par Cassini et Lahire en 1692, l'autre par Maraldi en 1707; elles peuvent uniquement servir à identifier les étoiles, mais ne donnent ni les positions ni même les grandeurs exactes. Le Monnier a publié, en 1790, un Catalogue de 31 étoiles, dont 18 se trouvent dans les limites de ma Carte. De ces étoiles, 15 correspondent exactement à des étoiles actuellement observées, avec une erreur moyenne de $\pm 0^s,4$ et $\pm 13''$. Au contraire, les n[os] 7, 11 et 19 de Le Monnier ne correspondent, dans ces limites, à aucune étoile existante. On ne peut guère admettre un grand déplacement, car Lalande leur assigne des positions qui concordent bien avec les positions actuelles.

» M. Winnecke a observé, il y a longtemps, le groupe Præsepe à l'héliomètre de Bonn. Mais le Catalogue n'est pas encore publié.

» Enfin, en 1870, M. Asaph Hall a publié un Catalogue de 151 étoiles de Præsepe, d'après ses observations poursuivies de 1864 à 1870. L'intervalle de temps qui les sépare des miennes est beaucoup trop court pour déduire de leur comparaison autre chose que la mesure de leur concordance. Je puis dire que les positions s'accordent, à un petit nombre d'exceptions, à $\pm 0^s,05$ et $\pm 0'',5$. Quant aux grandeurs, je remarque que j'estime les belles étoiles plus brillantes, et celles qui sont au-dessous de la 9[e] grandeur, plus faibles que ne le fait M. Asaph Hall. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des fonctions uniformes d'une variable.* Extrait d'une Lettre de M. **Mittag-Leffler** à M. Hermite.

« M. Schwarz, à Göttingen, a bien voulu fixer mon attention sur une inexactitude qui se trouve dans ma Note insérée aux *Comptes rendus* du 10 avril. J'ai employé, pour démontrer le théorème que j'y exposais, une quantité $\varepsilon < 1$. M. Schwarz a remarqué que la démonstration devient fautive en supposant ε constant.

» J'étais très occupé à l'époque où je vous ai adressé cette Note : je ne l'avais malheureusement pas rédigée avec assez de soin. Au lieu d'un ε constant, il aurait fallu introduire, comme je l'ai fait plusieurs fois dans mes recherches sur la représentation analytique des fonctions, un nombre

infini de quantités positives $\varepsilon^{(1)}$, $\varepsilon^{(2)}$, $\varepsilon^{(3)}$, ... toutes inégales, moindres que 1 et assujetties à la condition $\lim_{\nu=\infty} \varepsilon^{(\nu)} = 1$.

» Après avoir développé $G_\nu\left(\frac{1}{x-a_\nu}\right)$, dans la suite $\sum_{\rho=0}^{\infty} A_\rho^{(\nu)}\left(\frac{x}{a_\nu}\right)^\rho$, qui reste convergente tant que l'on a $\operatorname{mod}\frac{x}{a_\nu} < 1$, on choisit alors le nombre entier m_ν tel que $\operatorname{mod}\sum_{\rho=m_\nu}^{\infty} A_\rho^{(\nu)}\left(\frac{x}{a_\nu}\right)^\rho$ soit plus petit que ε_ν sous la condition $\operatorname{mod}\frac{x}{a_\nu} \leqq \varepsilon^{(\nu)}$.

» En posant

$$F_\nu(x) = G_\nu\left(\frac{1}{x-a_\nu}\right) - \sum_{\rho=0}^{m_\nu - 1} A_\rho^{(\nu)}\left(\frac{x}{a_\nu}\right)^\rho,$$

on aura donc

$$F(x) = \sum_{\nu=1}^{\infty} F_\nu(x).$$

» Pour démontrer que $F(x)$ est une fonction jouissant des propriétés qui ont été énoncées dans mon théorème, il suffit d'observer que, a_1, a_2, a_3, ... étant un nombre infini de quantités inégales moindres que R et assujetties à la condition $\lim_{\nu=\infty} \operatorname{mod} a_\nu = R$, il y a toujours, R' étant une quantité positive quelconque moindre que R, un nombre infini de quantités $\varepsilon^{(\nu)} \operatorname{mod} a_\nu$ qui satisfassent à la condition $R' < \varepsilon^{(\nu)} \operatorname{mod} a_\nu < R$, mais seulement un nombre fini de ces quantités qui satisfassent à la condition

$$\Sigma^{(\nu)} \operatorname{mod} a_\nu \leqq R'.$$

» On peut évidemment déterminer les quantités $\varepsilon^{(1)}$, $\varepsilon^{(2)}$, $\varepsilon^{(3)}$, ... d'une infinité de manières. En posant $\varepsilon^{(\nu)} = \operatorname{mod}\frac{a_\nu}{R}$, on obtient une détermination complètement analogue à celle que j'ai donnée dans ma Note du 17 avril, et, si je ne me trompe, c'est de cette manière que M. Schwarz a voulu rectifier l'erreur que j'ai commise dans ma Note du 10 avril. J'ajoute seulement encore une remarque qui est importante pour donner des expressions analytiques des fonctions de M. Poincaré. Les trois derniers des quatre théorèmes de ma Lettre du 29 juin 1879 peuvent être modifiés absolument comme j'ai modifié, dans ma Note du 10 avril, le premier de ces théorèmes. »

MÉCANIQUE. — *Méthode générale pour la solution des problèmes relatifs aux axes principaux et aux moments d'inertie. Balance d'oscillation pour l'évaluation des moments d'inertie.* Note de M. E. **Brassinne.**

« On suppose connus les axes et les moments d'inertie principaux A, B, C, relatifs au centre de gravité d'un corps. Par un de ses points (u, v, w) on mène des parallèles à ces axes, qui servent de lignes de coordonnées x, y, z à un ellipsoïde central, dont l'équation est

$$(1) \qquad ax^2 + by^2 + cz^2 - 2dyz - 2exz - 2fxy = 1,$$

$$a = A + M(v^2 + w^2),$$
$$b = B + M(u^2 + w^2),$$
$$c = C + M(u^2 + v^2),$$
$$d = Mvw,$$
$$e = Muw,$$
$$f = Muv.$$

» Si l'on désigne ses moments principaux par A', B', C', en transformant, comme fait Lagrange, la relation hypothétique $A'x'^2 + B'y'^2 + C'z'^2 = 1$, en passant du système rectangulaire x', y', z' au système x, y, z, on devra reproduire l'équation (1), et il en résultera six identités de cette forme :

$$(2) \qquad \left\{ \begin{array}{l} A'\alpha^2 + B'\alpha'^2 + C'\alpha''^2 = a = A + M(v^2 + w^2), \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ A'\alpha\beta + B'\alpha'\beta' + C'\alpha''\beta'' = -f = -Muv. \end{array} \right.$$

» Ces identités, par une élégante élimination, conduisent à une équation du troisième degré, qui peut donner des valeurs inconnues de A', B', C', et à deux relations entre les angles, que nous écrirons sous quatre formes. M. Bertrand, dans ses annotations à la *Mécanique analytique,* Section IX, article 27, remarque que Lagrange est le premier qui ait démontré directement la réalité des racines de l'équation du troisième degré, et résolu par suite la question fondamentale de la théorie des surfaces du second ordre.

» Les identités relatives aux angles sont

$$(3) \qquad \left\{ \begin{array}{l} (a-b)\alpha\beta = f\alpha^2 - f\beta^2 + d\alpha\gamma - e\beta\gamma, \\ (b-c)\beta\gamma = e\alpha\beta + d\beta^2 - d\gamma^2 - f\alpha\gamma, \\ (c-a)\alpha\gamma = f\beta\gamma + e\gamma^2 - e\alpha^2 - d\alpha\beta, \\ \alpha\beta w(A-B) + \alpha\gamma v(C-A) + \beta\gamma u(B-C) = 0. \end{array} \right.$$

» L'équation du troisième degré et les relations (3) sont, en quelque sorte, la solution des questions qu'on peut se proposer. Si, par exemple, on mène par un point déterminé du corps (x, y, z) des droites, et si on veut trouver sur chacune le point pour lequel elles deviennent axe principal, les relations (3) sont la solution immédiate de la question. Si, en effet, le point cherché a pour coordonnées u, v, w, la droite passant par deux points fera avec les axes des angles dont les cosinus sont proportionnels à $u-x$, $v-y$, $w-z$, valeurs qui, portées dans la quatrième des relations (3), donnent de suite les cônes d'Ampère.

» Dans les problèmes de ce genre, il est quelquefois plus simple de décomposer les moments d'inertie et de faire $A = Y + Z$, $B = X + Z$, $C = X + Y$; ces valeurs, portées dans les identités (2), en reproduisent six de même forme, mais un peu plus simples; on voit que $X = \int x^2 dm$, $Y = \int y^2 dm'$, $Z = \int z^2 dm''$. L'équation du troisième degré prend ainsi une forme plus accessible au calcul. »

MÉCANIQUE. — *Sur les vibrations longitudinales des barres élastiques dont les extrémités sont soumises à des efforts quelconques.* Note de MM. **Sébert** et **Hugoniot** [1].

« Quand on considère une barre libre dont l'extrémité correspondante à $x = l$ est soumise à l'action d'une force $F(t)$, les équations de condition sont les suivantes :

$$\varphi'(\zeta)_0^l = 0, \quad \psi'(\zeta)_0^l = 0, \quad \varphi'(\zeta)_0^\infty = \psi'(-\zeta),$$
$$\varphi'(l + at) + \psi'(l - at) = \frac{F(t)}{E\omega} = f(t).$$

» En suivant la même marche que pour la barre encastrée, on obtient sans difficulté les formules générales

$$\frac{du}{dx} = f\left(t + \frac{x}{a} - \frac{l}{a}\right) - f\left(t - \frac{x}{a} - \frac{l}{a}\right) + f\left(t + \frac{x}{a} - \frac{3l}{a}\right) - f\left(t - \frac{x}{a} - \frac{3l}{a}\right) + \dots,$$
$$\frac{1}{a}\frac{du}{dt} = f\left(t + \frac{x}{a} - \frac{l}{a}\right) + f\left(t - \frac{x}{a} - \frac{l}{a}\right) + f\left(t + \frac{x}{a} - \frac{3l}{a}\right) + f\left(t - \frac{x}{a} - \frac{3l}{a}\right) + \dots$$

» Les efforts exercés à l'extrémité $x = l$ se propagent intégralement avec une vitesse a; ils éprouvent aux deux extrémités de la barre des réflexions avec changement de signe, de sorte qu'au bout de chaque inter-

---

[1] *Comptes rendus*, séance du 7 août 1882.

valle de temps $\frac{2l}{a}$, ils sont revenus au même point et ont repris le même signe.

» Les vitesses communiquées à chaque instant par la force au point $x=l$, savoir $af(t)=\frac{a}{E\omega}F(t)$, se propagent de la même manière, mais éprouvent à chaque extrémité des réflexions sans changement de signe.

» La vitesse d'un point quelconque de la barre est ainsi, à un moment donné, la somme d'un certain nombre de termes proportionnels aux valeurs que la force possédait à des instants antérieurs. Chacun de ces termes est indépendant de la longueur de la barre et, par suite, de sa masse totale; mais le nombre de ceux qu'il faut considérer à un instant déterminé t est d'autant plus faible que la barre est plus longue. C'est de cette manière qu'intervient la masse dans la communication du mouvement par les vibrations longitudinales.

» Il est d'ailleurs facile de vérifier que la moyenne arithmétique des vitesses de toutes les tranches, c'est-à-dire la vitesse du centre de gravité, est, au bout du temps t, égale à celle que la force aurait communiquée, pendant le même temps, à un solide invariable, de masse égale à celle de la barre.

» Si l'on considère en particulier le cas où la force est égale à une constante A, tous les termes qui entrent dans la valeur de $\frac{du}{dt}$ sont égaux. Tant que t est inférieur à $\frac{l-x}{a}$, on a $\frac{du}{dt}=0$; t variant entre $\frac{l-x}{a}$ et $\frac{l+x}{a}$, $\frac{du}{dt}=\frac{aA}{E\omega}$; t variant entre $\frac{l+x}{a}$ et $\frac{3l-x}{a}$, $\frac{du}{dt}=\frac{2aA}{E\omega}$, et ainsi de suite, de sorte que la vitesse de la tranche augmente par gradations successives, toutes égales entre elles, l'intervalle qui sépare deux de ces gradations étant alternativement $\frac{2x}{a}$ et $\frac{2(l-x)}{a}$.

» Pour montrer comment la méthode s'applique aux questions de choc, on va prendre comme exemple le problème suivant, généralisation de celui que Navier a traité pour la première fois dans son Mémoire sur les ponts suspendus.

» Une tige fixée à une extrémité subit à l'autre le choc d'un corps, de poids Π, supposé assez court ou assez raide pour qu'on puisse en négliger le mouvement vibratoire. Ce corps est lui-même sollicité, parallèlement à la direction de la tige, par une force quelconque $F(t)$, et l'on se propose

de déterminer le mouvement du système, en supposant que la masse étrangère demeure, après le choc, invariablement reliée à la tige.

» On a, comme précédemment,

$$\varphi'(\zeta)_0^l = 0,\quad \psi'(\zeta)_0^l = 0,\quad \varphi'(\zeta)_0^\infty = \psi'(-\zeta);$$

en outre, la quatrième équation de condition peut s'écrire

$$(1)\qquad \varphi''(l+at) + \psi''(l-at) + r\varphi'(l+at) + r\psi'(l-at) - f(t) = 0,$$

en posant

$$\frac{\mathrm{E}\omega g}{\Pi a^2} = \frac{\varpi\omega}{\Pi} = r,\quad \frac{g\,\mathrm{F}(t)}{\Pi a^2} = f(t);$$

t variant entre zéro et $\frac{2l}{a}$, $\psi'(l-at)$ est nul d'après les premières équations de condition ; par suite, il en est de même de $\psi''(l-at)$, de sorte que l'équation (1) se réduit à une équation linéaire du premier ordre en φ', et l'on obtient par l'intégration

$$\varphi'(l+at) = ae^{-rat}\int_0^t e^{rat}f(t)\,dt + \mathrm{A}e^{-rat},$$

A désignant une constante que la condition spéciale à l'instant $t=0$, où le choc est supposé commencer, oblige à prendre égale à $\frac{\mathrm{V}}{a}$, V étant la vitesse de la masse étrangère au moment où elle vient frapper la tige.

» Il reste à montrer comment on calcule les fonctions φ' et ψ' quand t devient supérieur à $\frac{2l}{a}$. »

PHYSIQUE. — *Expériences hydrodynamiques* (¹) : *imitation, par les courants liquides ou gazeux, des fantômes magnétiques obtenus avec les courants électriques ou les aimants.* Sixième Note de M. C. **Decharme.** (Extrait.)

« 1° Pour imiter, par voie hydrodynamique, *les lignes de force d'un courant électrique, dans un plan perpendiculaire à sa direction,* il suffit de souffler doucement, par un tube de verre effilé, un courant d'eau continu, perpendiculairement à une plaque couverte d'une mince couche de minium délayé

(¹) *Comptes rendus,* séances des 13 et 20 février, 6 et 13 mars, 13 avril 1882 ; t. XCIV, p. 440, 527, 643, 722 et 1067.

dans l'eau, la pointe du tube étant fixée à quelques millimètres de cette plaque. On obtient, autour du point de chute, un assez grand nombre de cercles concentriques, formés de parcelles juxtaposées, à la façon de la limaille de fer sous l'influence d'un courant électrique assez fort.

» 2° Pour obtenir les *lignes de force*, imitant celles *d'un courant électrique, dans un plan parallèle à sa direction*, il faut employer, non un courant d'eau, mais un courant d'air. On souffle sur le dépôt de minium, par un tube effilé tenu verticalement; pendant ce temps, on transporte rapidement le tube parallèlement à la plaque; on étale, pour ainsi dire, le courant horizontalement. On obtient des droites très courtes, très serrées, perpendiculaires à la direction du courant, et pareilles à celles que donne un courant électrique couché sur une feuille de papier blanc saupoudrée de limaille de fer.

» 3° Pour imiter *les lignes de force de deux courants de même sens, dans un plan perpendiculaire à leur direction*, on emploie deux tubes effilés, contenant de l'eau, et dans lesquels on souffle simultanément; on les ferme bientôt, en même temps, avant l'épuisement du liquide contenu dans chacun d'eux. On obtient ainsi deux systèmes de courbes, qui se redressent à leur rencontre et se repoussent, comme cela se produit avec la limaille sous l'action de courants électriques.

» 4° L'imitation *des lignes de force de deux courants de sens contraires, dans un plan perpendiculaire à leur direction*, présentait des difficultés réelles. Il fallait trouver un moyen pratique de produire des effets de polarité. Parmi ceux que j'ai imaginés, et qui sont relatés dans mon Mémoire, je citerai le suivant : je me sers de deux tubes de verre, l'un effilé, pour lancer le liquide par la compression d'une poire en caoutchouc, à laquelle il est adapté; l'autre, moins étroit (une pipette droite), servant à aspirer le liquide et le minium entraînés. Par le jeu simultané des deux tubes, convenablement placés, l'un à quelques millimètres de la plaque, l'autre au contact du dépôt pulvérulent, on produit une figure qui accuse les deux effets de polarités contraires.

» Quant à l'imitation des larges fantômes magnétiques produits par les aimants isolés ou combinés, on emploie des moyens peu différents des précédents et des tubes non effilés. Mon Mémoire contient les détails relatifs à chacun des cas particuliers qui correspondent à ceux des courants dont il vient d'être question.

» On peut ainsi produire, par voie hydrodynamique, des effets variés,

qui sont autant d'imitations des nombreuses sortes de fantômes magnétiques connus ou susceptibles d'être réalisés (¹). »

PHYSIQUE. — *Sur la tension superficielle de quelques liquides au contact de l'acide carbonique* (²). Note de M. S. **Wroblewski**, présentée par M. Debray.

« Si l'on prend, au lieu de l'eau, un liquide qui se mélange en toutes proportions avec l'acide carbonique liquide, par exemple l'alcool, l'essence de térébenthine, l'éther, le chloroforme, les phénomènes revêtent la forme suivante.

» La tension superficielle diminue aussi avec l'augmentation de la pression sous laquelle se trouve le gaz; la vitesse de ce décroissement est aussi beaucoup plus grande à la température basse qu'à une température plus élevée; mais la tension superficielle, au lieu de s'arrêter à un minimum qui serait quelque chose de caractéristique pour ce liquide, tombe rapidement, et à 0°, sous la pression de la liquéfaction de l'acide carbonique, tous les liquides précédemment cités, sans distinction, ont la tension superficielle de l'acide carbonique, c'est-à-dire une tension égale à $4{,}6\,\frac{\text{dyne}}{\text{centimètre}}$.

» Mais les liquides dans cet état peuvent-ils être regardés comme tels? Du tout. Prenons comme exemple l'eau. Quand elle est saturée avec l'acide carbonique, sous la pression d'une seule atmosphère, a-t-elle les propriétés de l'eau pure? Elle a une autre densité, un autre coefficient de dilatation par la chaleur; même la température de sa densité maximum est changée. Les changements qui se passent dans les liquides cités sont beaucoup plus considérables. Il suffit de voir seulement ce qui se passe avec l'éther quand il absorbe l'acide carbonique sous pression. Son volume croît avec une telle rapidité que, quoique ma méthode me permette de mesurer la tension superficielle d'un liquide dans un temps beaucoup plus court qu'une minute, il est presque impossible de prendre des mesures exactes dans ce cas.

» Il résulte de tous ces faits que les phénomènes décrits dans ces Notes

---

(¹) Le Mémoire est accompagné de nombreuses figures, représentant les lignes de force électromagnétiques ou hydrodynamiques, dans les conditions correspondantes à celles qui viennent d'être indiquées.

(²) Voir la Note précédente, *Comptes rendus*, séance du 7 août 1882.

n'ont absolument rien à faire avec la pression. Le décroissement de la tension superficielle des liquides dépend uniquement de ce fait que la tension superficielle de l'acide carbonique, avec lequel on les comprime, est extrêmement petite. Tandis que la tension superficielle de l'eau est égale à peu près à 80 $\frac{\text{dyne}}{\text{centimètre}}$, et que celle des autres liquides étudiés, à l'exception de l'éther, se trouve entre 32 et 25 $\frac{\text{dyne}}{\text{centimètre}}$, la tension de l'acide carbonique n'est que 4,6 $\frac{\text{dyne}}{\text{centimètre}}$.

» Les phénomènes capillaires ne dépendent que des forces moléculaires qui agissent à la surface du liquide. Donc on ne doit pas être étonné que la présence du corps avec une tension si faible parmi les particules du liquide, dont cette couche superficielle se compose, exerce une influence sur la résultante de toutes ces forces, c'est-à-dire sur la tension superficielle.

» Ce même mode de raisonnement doit être appliqué aux cas où l'on comprime un liquide avec un gaz autre que l'acide carbonique et beaucoup moins liquéfiable que lui, par exemple l'oxygène, l'azote ou l'hydrogène, car ces gaz doivent avoir une tension superficielle d'autant plus petite qu'il est plus difficile de les liquéfier. L'effet de la compression ne dépendra que de la valeur de cette tension et de celle de la solubilité du gaz. »

CHIMIE. — *Sur quelques arséniates neutres au tournesol.*
Note de MM. **E. Filhol** et **Senderens**.

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus*, t. XCIV, p. 449, nous avons décrit certains phosphates neutres au tournesol, et nous avons annoncé l'existence d'une série analogue d'arséniates, dont l'étude devait faire l'objet d'une prochaine Communication.

» Nous signalerons d'abord un arséniate sesquisodique, dont la composition est exprimée par la formule

$$2\,AsO^5, 3(NaO, HO) + 6HO.$$

» Ce sel se présente sous la forme de cristaux appartenant à diverses variétés du système clinorhombique. La forme sous laquelle on l'obtient, le plus ordinairement, est celle d'un prisme dont les troncatures conduiraient à l'octaèdre unoblique.

» Soumis à l'action de la chaleur, cet arséniate perd son eau de cristal-

lisation sans éprouver la fusion aqueuse ; une température plus élevée lui fait subir la fusion ignée, et le liquide se prend par le refroidissement en une masse vitreuse, qui perd peu à peu sa transparence et devient d'un blanc laiteux. A cette température, le sel éprouve une décomposition progressive, qui se manifeste par une perte de poids, constatée aux diverses périodes de la fusion ignée suffisamment prolongée.

» Quant aux arséniates sesquipotassique et sesquiammoniacal, il nous a été tout aussi impossible d'obtenir leur cristallisation que celle des phosphates correspondants.

» Les solutions de ces arséniates absolument neutres, parvenues à un certain degré de concentration, se dédoublent en cristaux acides au sein d'une liqueur alcaline, dont la fluidité contraste avec l'extrême viscosité des eaux mères de l'arséniate sesquisodique. Pareil phénomène avait été observé à propos des phosphates. Du reste, les analogies de ces deux classes de sels se poursuivent dans les arséniates sodico-potassique et sodico-ammonique, dont l'existence était rendue très probable par celle des phosphates de même nom.

» L'arséniate sodico-potassique cristallise dans le cinquième système en petits octaèdres unobliques. L'analyse lui assigne la composition suivante :

$$4AsO^5, 3(NaO, HO)3(KO, HO) + 18HO.$$

» L'arséniate sodico-ammonique cristallise comme le précédent, en octaèdres unobliques contenant $12^{\text{éq}}$ d'eau de cristallisation. Il se distingue du phosphate correspondant, qui ne renferme que $6^{\text{éq}}$ d'eau de cristallisation, par une plus grande stabilité. L'eau, qui décompose très facilement le phosphate, ne paraît pas avoir d'action appréciable sur l'arséniate.

» La stabilité des nouveaux phosphates et arséniates, que nous venons de faire connaître, croît avec le nombre d'équivalents d'eau de cristallisation qui entrent dans leur formule. Cette stabilité relative s'observe, soit dans la préparation plus facile de ces divers sels au sein de liqueurs de moins en moins visqueuses, soit dans la résistance au dédoublement lorsqu'on soumet à l'action de l'eau les sels obtenus. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Fermentation de la fécule. Présence d'un vibrion dans la graine de maïs qui germe et dans la tige de cette plante.* Note de M. **V. Marcano**, présentée par M. Wurtz.

« Le point de départ de ce travail a été l'étude de la *chicha*, boisson vineuse très alcoolique, préparée par les Indiens de l'Amérique depuis un temps immémorial, par la coction du maïs non germé pourvu de son épiderme, qu'on triture sur une pierre et qu'on abandonne ensuite à la fermentation (¹).

» Je me suis attaché d'abord à déterminer la cause d'une fermentation aussi active, dans une masse presque exclusivement formée par de la fécule qui n'a subi aucune transformation, à part celle qu'y produit une courte ébullition avec de l'eau. Il est aisé de reconnaître les points suivants :

» 1° La fermentation de la *chicha* est due à la reproduction d'un organisme très bien caractérisé, qui affecte dans son développement trois formes : des vibrions, des globules à un nucléus, semblables à ceux de la levure, et des tubes mycéliens, d'où s'échappent les vibrions à un certain moment, en même temps que la membrane qui forme les cloisons des filaments se résorbe. Par la culture dans divers milieux, il m'a été possible de suivre le passage d'une forme à l'autre. Le ferment se trouve déposé sur la pellicule extérieure des graines de maïs.

» 2° Le ferment de la *chicha* se caractérise encore par la propriété d'agir directement sur la fécule jeune, comme celle qui est contenue dans l'embryon des graines de maïs. Il suffit de séparer, par l'action du pilon, la pellicule et l'embryon du maïs, du reste de la graine, pour avoir un produit qui, abandonné en tas, s'échauffe (le thermomètre y marque de 40° à 45° au bout d'une heure) et qui, additionné d'eau, fermente activement en dégageant des torrents de gaz carbonique. Ces phénomènes sont simultanés avec le développement, au fond du liquide, de l'organisme en question. Celui-ci attaque avec force, mais plus lentement, la fécule adulte. Dans les deux cas, il se fait de la dextrine, du gaz carbonique et de l'alcool.

» Il fluidifie rapidement l'empois, en produisant les mêmes matières, ou du sucre en place d'alcool, dans le cas où l'empois est très épais.

» La fécule, après l'action du ferment, apparaît au microscope, vidée,

(¹) Boussingault, *Économie rurale*, t. VI.

déchiquetée, réduite à des lambeaux de cellulose-amidon; toute la granulose disparaît.

» L'organisme résiste à l'action de l'eau bouillante (95°) prolongée pendant quelques minutes. La température la plus convenable à la manifestation des effets de la vie du ferment est celle de 40°-45°. A cette température, il fait fermenter la mannite. 10gr de ce sucre dissous dans l'eau furent additionnés de phosphate de chaux et de sel ammoniac en petites portions; on laissa tomber dans le liquide trois gouttes de *chicha* en fermentation et on le plaça dans une étuve à 40°; la fermentation ne tarda pas à se déclarer avec activité : au bout de huit jours, toute la mannite avait disparu. Il se forme, entre autres produits, de l'alcool et de l'anhydride carbonique. Le même organisme fait fermenter le sucre de lait, la saccharose, le glucose.

» 3° Pendant la germination de la graine de maïs, les vibrions se développent dans son intérieur : si l'on fait des coupes de la graine, on y aperçoit au microscope, par myriades, l'organisme se mouvant incessamment, dans les espaces compris entre les grains de fécule, et même chevauchant sur ceux-ci. Il suffit d'un grossissement de 6 à 800 diamètres pour vérifier le fait; avec un grossissement plus fort, les vibrions, devenant transparents, restent inaperçus.

» J'ai constaté la présence des vibrions dans la tige du maïs; ils semblent localisés dans les tissus placés immédiatement au-dessous de l'écorce; on les trouve aussi dans l'intérieur des tissus de la feuille.

» La présence indiscutable d'un organisme sur l'extérieur d'une graine et son intervention évidente dans les phénomènes dont celle-ci est le siège pendant la germination, en même temps qu'elles assimilent cette fonction importante du végétal à une fermentation proprement dite, rendent compte de plusieurs faits jusqu'ici inexpliqués.

» D'une part, on aperçoit le mécanisme de la *résorption* du grain de fécule, qui n'est pas dissous à son état naturel par la diastase (O'Sullivan, *Brown and Heron*), mais qui est facilement attaqué d'une façon tout à fait directe par le vibrion.

» Il n'est plus nécessaire de recourir à l'hypothèse qui fait de la diastase un produit qui se trouve être, en même temps, d'après les idées reçues, la cause et l'effet de la germination. On voit encore l'origine de la chaleur que celle-ci développe.

» De plus, la présence d'un vibrion dans l'intérieur d'un végétal vivant, précisément à l'endroit où circule la sève élaborée, autorise à penser

qu'il pourrait jouer un rôle dans la production synthétique, à l'intérieur des plantes, de plusieurs substances qui n'ont pu être encore obtenues par voie de synthèse totale dans le laboratoire.

» Je continue ces recherches. »

ZOOLOGIE. — *Sur cinq Protozoaires parasites nouveaux.* Note de M. J. Künstler, présentée par M. Blanchard.

« Dans l'intestin de la larve du *Melolonthas vulgaris,* vit communément un petit Flagellé. Cet être possède un corps allongé, aplati, arrondi en avant et pointu en arrière, et semble couvert de côtes longitudinales plus ou moins anastomosées entre elles; il est souvent plus déprimé sur ses deux côtés, de façon qu'il possède alors deux sortes d'ailes latérales. A son extrémité antérieure s'insèrent, selon la règle, six longs flagellums qui lui impriment un mouvement saccadé; ces organes sont striés. Chez les individus bien développés, on voit fréquemment d'autres filaments, en forme de fer de lance étroit, très allongé et un peu contourné, qui sont fixés aux points du corps les plus divers et sont agités d'un continuel mouvement de frémissement; je ne sais si ce sont là des organes de ces êtres ou simplement des parties qui s'y fixent accidentellement; j'en ai compté jusqu'à quinze sur le même individu. A l'extrémité inférieure de la face antérieure du corps se trouve une échancrure au fond de laquelle s'insère une queue qui dépasse en bas cette extrémité; les dimensions de cette échancrure et de cette queue varient considérablement avec les différents individus. Dans les parois du corps de cet organisme, j'ai distingué deux couches à structure vacuolaire; l'externe présente des vacuoles à épaisses parois qui, ces petites cavités étant disposées en séries longitudinales, donnent à ces êtres leur apparence costulée; la seconde, moins nette, possède des vacuoles plus grandes et renfermant des granulations. Près du point d'insertion des flagellums se trouve une ouverture buccale qui est rattachée par l'intermédiaire d'un canal court et étroit à un espace clair, ovalaire, assez vaste, occupant la région centrale du corps, qui semble être une cavité digestive. A droite de cette région se trouve souvent une sorte de vésicule dont l'aspect rappelle celui d'une vésicule contractile. A la partie supérieure de cette région claire se trouve le noyau, qui semble greffé sur le canal œsophagien; cet organe a l'apparence d'une vésicule à parois très visibles et renflées en un point de façon à former là un mamelon proéminent à

l'intérieur (nucléole). Cet organisme se reproduit par division transversale.

» Un autre être se rencontre fréquemment avec le précédent : c'est un petit Flagellé à constitution assez analogue; mais son corps, qui ne présente pas un aspect costulé, est plus globuleux et plus court, et ne porte que quatre flagellums; il présente, comme les *Tetramitus*, une échancrure supérieure qui semble être le commencement d'un tube digestif. Sa queue est relativement plus longue et plus grosse, et sert beaucoup à la locomotion. Les vacuoles de sa couche sous-cuticulaire sont beaucoup plus grandes, et il s'y forme ordinairement de grosses granulations; souvent l'un de ces granules devient énorme et envahit la plus grande partie du corps; ils paraissent constitués par de l'amidon, quoique l'iode ne les fasse pas bleuir. Cet organisme s'enkyste.

» La larve de l'*Oryctes nasicornis* sert aussi d'habitation à un petit être assez analogue, mais plus petit et plus délicat; il meurt et disparaît très rapidement dans les préparations. Je n'ai vu chez cet organisme que deux flagellums; le noyau se trouve aussi placé à l'extrémité supérieure du corps, et sa constitution est également vésiculaire. Je ne sais pas si sa queue, qui est assez forte, s'insère au fond d'une échancrure. Il se reproduit par division transversale.

» L'intestin du têtard de Grenouille est souvent habité par un flagellé qui diffère assez notablement du *Trichomonas batrachorum*, Perty. Cet organisme possède six flagellums supérieurs et un filament traînant inférieur; de plus, il porte une queue assez longue, à structure musculaire (striée), plus grosse que les flagellums, qui même est souvent double. Sa forme est assez variable, et il est dépourvu de l'arête et de la crête dentée qui se voit chez le *Trichomonas*. Les parois du corps présentent aussi deux couches vacuolaires, dont l'une, profonde, à très grosses vacuoles. Un noyau se trouve vers l'extrémité inférieure.

» Dans ce même intestin, j'ai rencontré un être remarquable qui me semble devoir occuper dans les arrangements systématiques une place intermédiaire entre certains Schizomycètes, tels que les Vibrions, les Spirilles et les Monades. Le corps de cet organisme est formé de deux portions nettement distinctes : l'une supérieure, plus grosse, présente de grandes vacuoles; l'autre, inférieure, est bien plus étroite, plus dense, presque filiforme et ressemblant à un gros corps de Vibrion; mais sa longueur est bien plus considérable, et il se termine en une pointe fine; entre ces deux régions se trouve un faible rétrécissement. Du pourtour inférieur

de la première portion partent de longs flagellums dirigés en bas, qui restent souvent accolés à la partie étroite sur une longueur variable; deux autres flagellums s'insèrent à l'extrémité libre inférieure. La portion étroite est très mobile et très flexible, elle constitue un organe locomoteur d'une très grande puissance : aussi cet être se meut-il avec une remarquable vivacité; cette sorte de queue présente un mouvement onduleux analogue à celui de la queue d'un têtard, mais en même temps elle possède aussi un mouvement de circumduction, et la combinaison de ces deux mouvements communique à cet être un mouvement hélicoïdal d'une vivacité remarquable. J'appelle ce singulier organisme *Giardia agilis* ([1]). »

ZOOLOGIE. — *Recherches sur les organes du vol chez les Insectes de l'ordre des Hémiptères.* Note de M. L. MOLEYRE, présentée par M. Blanchard.

« Chez la plupart des Insectes de l'ordre de Hémiptères, le rôle des ailes antérieures ou hémélytres et celui des ailes postérieures ont, pendant le vol, une valeur presque égale. Or, chez ces Insectes, les hémélytres ont ordinairement une consistance cornée, au moins dans une grande partie de leur étendue, tandis que les ailes restent entièrement membraneuses. Chacune des deux paires d'ailes ayant une structure et, par suite, une aptitude distinctes, il est indispensable que ces deux paires se complètent l'une par l'autre, et qu'il règne entre elles, dans leurs divers mouvements, une grande solidarité. L'appareil qui sert à rattacher les ailes aux hémélytres, chez les Hémiptères, acquiert, par conséquent, au point de vue physiologique, une importance exceptionnelle.

» Persuadé que les caractères anatomiques de cet appareil doivent se ressentir de son importance physiologique et de l'efficacité qu'il doit toujours présenter, quelles que soient les modifications de détail subies par les organes du vol, j'ai entrepris, sur sa conformation dans les différents groupes d'Hémiptères, une étude qui peut être résumée de la manière suivante :

» Dans une Note déjà ancienne, un naturaliste anglais, Ashton, a décrit l'appareil de rattachement des ailes chez la *Notonecta glauca* et le *Centrotus cornutus*. Il en donne une description satisfaisante, mais le résultat de mes recherches, qui ont porté sur un très grand nombre d'espèces appartenant

([1]) Ce travail a été fait au laboratoire d'Entomologie du Muséum d'Histoire naturelle.

à toutes les familles d'Hémiptères, est en désaccord avec les conclusions de l'auteur anglais, formulées d'ailleurs comme de simples hypothèses.

» C'est dans la famille des Cicadides ou Cigales que l'appareil de rattachement des ailes présente sa forme la plus simple : aussi est-ce dans cette famille que je prendrai le point de départ de mes descriptions. Chez les Cicadides, ainsi que dans les *Fulgora* et quelques genres voisins, le bord postérieur de l'hémélytre est fortement replié en-dessous à partir du milieu; il en résulte un sillon profond dans lequel s'engage, au moment du vol, un repli correspondant de l'aile. Dans les derniers groupes de la famille des Fulgorides, la partie repliée de l'aile commence à se différencier : elle n'est que peu étendue dans le sens de la longueur, et nous arrivons ainsi à la forme décrite par Ashton, celle qu'il a observée chez le *Centrotus cornutus*.

» Dans les Membracides, les Cercopides et les Iassides, le repli est réduit à une sorte de lamelle, inclinée en arrière sur le plan de l'aile, souvent recourbée en demi-cercle, et pourvue à l'extrémité de fines dentelures. Cette lamelle conservant à peu près les mêmes proportions dans plusieurs familles d'Homoptères, je proposerai de l'appeler *onglet*. Chez certains Membracides, la *Thelia expansa* par exemple, l'onglet part immédiatement du bord de l'aile : on voit, chez cette espèce, que c'est une simple modification ou, si l'on veut, une réduction de la bande repliée que nous venons de décrire chez les Cigales. Mais dans quelques groupes, comme les Cercopides, chez les Tettigones, les *Ledra*, il paraît inséré en arrière du bord, et souvent même son insertion détermine un épaississement, une sorte de nervure dirigée vers le milieu de l'aile. Enfin, chez un Puceron, l'onglet a la forme d'un simple crochet, inséré au milieu d'un épaississement chitineux, en arrière du bord de l'aile.

» Dans le sous-ordre des Hétéroptères, c'est le repli des hémélytres, et non plus celui des ailes, qui se différencie. Chez une Pentatome, par exemple, il forme une lamelle tout à fait analogue à l'onglet des Homoptères, et en face de cet onglet hémélytral on voit une élévation garnie de poils raides et présentant l'aspect d'une brosse : c'est entre ces deux saillies chitineuses que le bord de l'aile vient s'engager au moment du vol.

» L'auteur anglais qui a décrit l'appareil de rattachement chez la Notonecte a très justement considéré comme typique, pour les Hétéroptères, la situation qu'il occupe. Je puis ajouter que je regarde la présence de la partie essentielle du système sur les Hémélytres comme le meilleur

caractère qu'on puisse donner pour distinguer les Hétéroptères des Homoptères. La fixité de ce caractère, comparée à l'insuffisance de ceux qu'on a cherchés successivement dans la nature des ailes, dans le mode d'insertion du rostre et enfin dans la forme de la tête, montre l'importance de l'appareil qui le fournit.

» Pour compléter cet aperçu, il me reste à signaler un appareil de rattachement que je n'ai rencontré que dans certaines familles d'Homoptères. Dans les groupes d'Hémiptères où il atteint son plus grand développement, il paraît indépendant de l'appareil principal et doit servir dans des conditions spéciales.

» Chez les Cercopides, dont les ailes présentent, à la base du bord antérieur, un élargissement triangulaire, le côté externe de ce triangle est armé d'une rangée de crochets peu nombreux, mais très robustes, dont l'extrémité, fortement recourbée, est dirigée en arrière. On voit aussi de ces crochets dans les Tettigones, chez la *Ledra aurita;* dans ces genres, ils sont très petits et disposés en ligne sur le bord de l'aile entre la base et l'onglet.

» On remarque chez quelques Membracides des vestiges de ces crochets sous la forme de longs poils droits inclinés en arrière. Il est important de noter que chez la *Thelia expansa*, qui possède seulement deux ou trois de ces poils, ils occupent précisément la région élargie du bord de l'aile.

» Enfin chez les Cigales, les Fulgorides, l'appareil de rattachement principal se continue jusqu'à la base de l'aile par une sorte de nervure marginale, formant un rebord très prononcé, particulièrement chez certains Fulgorides qui ont le bord des ailes élargi vers la base.

» On voit, par les détails qui précèdent, que l'appareil de rattachement des ailes présente chez les Hémiptères des dispositions très variées, bien qu'on puisse les ramener à un type commun.

» Beaucoup d'Hémiptères volent assez rarement; le vol des Hyménoptères, plus puissant et mieux dirigé, est aussi infiniment plus soutenu, et de cette comparaison la plupart des naturalistes semblent conclure que les organes du vol, chez les Hyménoptères, doivent atteindre, dans tous leurs détails, le plus haut degré de perfectionnement.

» Je pense, au contraire, que la double fonction des hémélytres, qui servent à la fois comme ailes et comme étuis, doit entraîner des complications particulières dans la conformation des organes du vol. Un exemple de ces complications nous est offert par la mobilité de l'endocorie autour d'une sorte de charnière; j'en vois un autre dans la disposition qui sert à

maintenir les hémélytres solidement fixés pendant le repos. Enfin nous avons vu que chez les Hétéroptères, dont les hémélytres remplissent le mieux leur fonction d'étuis protecteurs, l'appareil de rattachement se présente, avec une remarquable fixité, sous sa forme la plus parfaite. »

BOTANIQUE. — *Pierre Belon et la nomenclature binaire.* Note de M. L. CRIÉ.

« L'inventeur de la nomenclature binaire appliquée à la distinction des êtres est attribuée à Linné. On admet généralement qu'avant cet illustre naturaliste les savants avaient coutume de désigner les animaux et les plantes par un nom commun à plusieurs, auquel on ajoutait une phrase descriptive et caractéristique. Cependant, plus de cent quatre-vingts ans avant Linné, notre illustre compatriote, Pierre Belon, du Mans, dénommait, dans un de ses travaux, un certain nombre de plantes par l'association de deux mots : l'un exprimant leurs rapports, l'autre leurs différences avec d'autres plantes. Ce qui m'a surtout frappé, en étudiant les œuvres de Belon, c'est que, dans l'Ouvrage publié en 1558 ([1]), cette nomenclature est la règle.

» Pour la première fois, Belon cesse de désigner les êtres par des phrases descriptives et caractéristiques, qui donnent lieu à une terminologie d'une excessive complication. Il rapporte à un même groupe toutes les plantes très semblables entre elles, il les comprend sous un nom commun, véritable nom générique : *Fagi, Ostryæ, Ulmi, Fraxini, Aceres, Corni*, etc. A la phrase descriptive, ordinairement ajoutée au nom commun, il substitue un nom spécifique, tantôt simple adjectif, se rapportant à l'une des qualités extérieures du végétal (*Smilax aspera, Sorbus torminalis*, etc.), tantôt l'un de ses noms usuels (*Papaver Rhœas, Orobanche Lycos, Atractylis Ardactyla*, etc., ou le nom d'un personnage célèbre (*Viburnum Ruellii*). Telle est la nomenclature binaire, essentiellement caractérisée par l'application à chaque plante de deux noms se complétant mutuellement : l'un générique, exprimant les conditions communes par lesquelles il se lie avec les êtres les plus rapprochés de lui; l'autre spécifique, les caractères propres par lesquels il les distingue. J'ai retrouvé avec surprise, dans le Livre du naturaliste manceau, un grand nombre de noms linnéens, tels que : *Berberis*

([1]) *Les remonstrances sur le défaut du labour et culture des plantes et de la cognoissance d'icelles;* par Pierre Belon, du Mans. Paris, 1558.

vulgaris, Sorbus torminalis, Sorbus aucuparia, Papaver Rhœas, Tribulus terrestris, Morus alba, Morus nigra, Smilax aspera, Cyperus longus, Veratrum nigrum, etc.

» Ces noms et beaucoup d'autres moins connus, parmi lesquels je citerai encore *Oxyacantha vulgaris, Satureia sylvestris, Lactuca sylvestris,* ont été établis par Belon, à qui revient l'honneur de l'invention de la nomenclature binaire. Ce savant, dont les observations dépassent de beaucoup l'horizon de son époque, comprend dans le genre Genista trois espèces : *Genista hispanica, Genista nivernensis, Genista vulgaris*. Il distingue aussi les *Piceastri* des *Pinastri* et les *Carpinus* des *Ostrya*.

» Malheureusement, les successeurs de Belon n'ont pas compris, dans son essence et ses principes, l'importance de cette nomenclature. Ils n'ont pas vu qu'elle constitue une méthode éminemment philosophique, à l'aide de laquelle on peut à la fois abréger son travail et en étendre les conséquences. Aussi, près de cent ans après Belon et jusqu'à Linné, nous retrouvons dans les Livres des naturalistes ces phrases descriptives, qui plongèrent pendant si longtemps la Zoologie et la Botanique systématiques dans la confusion la plus inextricable.

» Belon peut être aussi regardé comme le créateur de l'Anatomie comparée. L'idée de l'unité de composition se trouve, en effet, très nettement exprimée dans son Livre sur *La nature des Oiseaux*, publié en 1555. La classification des Oiseaux, établie par Linné et modifiée par Cuvier, est très peu perfectionnée, quant à l'ensemble des vues et de la méthode, si on la compare à la division de Belon, qui date du XVIe siècle. On peut donc dire que, depuis 1555, les grandes lignes de cette classification n'ont pas été changées. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur une maladie des betteraves*. Note de M. **Ed. Prillieux**, présentée par M. Duchartre.

« Une maladie inconnue, je crois, jusqu'ici en France a apparu cette année à Joinville-le-Pont (Seine), dans les cultures de betteraves de l'Institut national agronomique. Le mal s'y est développé d'une façon déjà assez inquiétante. Les symptômes en sont bien tranchés. Les feuilles, surtout celles qui sont jeunes et voisines du cœur, se couvrent d'une poussière d'un gris lilas, puis se dessèchent et meurent. La destruction des petites feuilles du cœur entraînera probablement la mort de la plupart des betteraves attaquées; plusieurs déjà sont tuées. Il y a fort à craindre en

outre que la maladie ne gagne de proche en proche et ne cause un très considérable dommage.

» La poussière lilas qui couvre les feuilles est due aux fructifications (conidies) d'un Champignon du genre *Peronospora*.

» Ce *Peronospora* de la betterave a été observé, il y a longtemps déjà, en Allemagne, par le professeur de Botanique de Bonn, Herm. Schacht, et M. Fuckel l'a nommé *Peronospora Schachtii*. Il a causé d'assez graves dégâts en certains points de l'Allemagne, mais je ne pense pas qu'on l'ait encore signalé en France jusqu'à ce jour. Il n'est pas, du moins, mentionné dans la liste des Péronosporées de France, publiée par M. Cornu.

» Le *Peronospora* de la betterave n'est encore connu qu'incomplètement. J'ai profité de l'occasion qui s'est présentée à moi pour compléter son histoire.

» Tous les *Peronospora* ont un mycélium qui se développe à l'intérieur de la plante nourricière en se ramifiant, mais sans se diviser par des cloisons transversales, et qui se glisse entre les cellules; de plus la plupart ont des suçoirs qui pénètrent dans l'intérieur des cellules; ils diffèrent de forme et de taille selon les espèces. Ceux du *Peronospora Schachtii* sont de petites branches du mycélium qui percent la paroi des cellules et se ramifient en touffes à l'intérieur de celles-ci.

» Les filaments fructifères du *Peronospora* de la betterave sortent le plus souvent isolément ou par deux à travers les stomates; ce sont des troncs ramifiés qui se chargent de conidies ovoïdes-globuleuses, d'un lilas très pâle. Ils forment un gazon serré qui couvre le plus souvent d'une façon continue presque toute la face inférieure des feuilles. Comme il y a des stomates sur les deux faces de la feuille de la betterave, les filaments conidifères peuvent sortir aussi par le dessus des feuilles et y répandre leur poussière lilas.

» Les conidies du *Peronospora Schachtii* germent avec facilité, en donnant naissance à un tube sur un point quelconque de leur surface. Elles ne produisent pas de sporidies agiles comme celles du *Peronospora* de la vigne.

» On ne connaît pas les oospores ou spores hivernantes de tous les *Peronospora*. Il est probable que le *Peronospora* (*Phytophthora*) de la pomme de terre n'en forme jamais. Dans la pomme de terre, le mycélium hiverne dans le tubercule et le parasite peut se perpétuer ainsi, d'une année à l'autre, sans spores hivernantes.

» M. Kühn a pensé qu'il en est de même pour le *Peronospora* de la betterave; que son mycélium passe l'hiver dans le collet des betteraves que

l'on conserve comme porte-graines et que, l'année suivante, il produit des troncs fructifères sur les betteraves replantées au printemps : c'est de là qu'il se propagerait par ses conidies et envahirait les jeunes plants du voisinage.

» C'est une hypothèse, à mon avis, peu vraisemblable, car il est bien difficile d'admettre que les cultivateurs choisissent pour porte-graines des betteraves atteintes d'une maladie dont les caractères sont extrêmement apparents ; de plus elle est tout à fait inutile.

» J'ai trouvé en abondance, dans les feuilles déjà tuées par le parasite, les oospores qui avaient échappé jusqu'ici à l'observation. Elles sont fort semblables à celles du *Peronospora* de la vigne. Comme elles, elles sont globuleuses et ont un tégument épais et lisse. L'oogone qui les entoure est mince.

» C'est certainement par les feuilles mortes que le mal doit se propager d'une année à l'autre. Il conviendra donc de veiller soigneusement à ce que les feuilles des betteraves malades n'entrent pas dans les fumiers : sans quoi on risquerait de porter avec la fumure les germes de la maladie dans les champs où l'on doit semer les betteraves l'année suivante. »

M. **Bouley** demande à l'Académie si elle ne jugerait pas convenable de transmettre officiellement à M. le Ministre de l'Agriculture la Note de M. Prillieux.

Puisque la maladie des betteraves, dont parle M. Prillieux, vient de faire son apparition en France pour la première fois et que, par une chance heureuse, c'est dans une ferme de l'État qu'elle se montre, elle peut être étouffée, aussitôt que naissante, par la destruction de la récolte envahie.

L'Académie adopte cette proposition.

GÉOLOGIE. — *Sur la houille du Muaraze, en Zambésie.* Note de M. P. **Guyot**. (Extrait.)

« Lorsque, en remontant le Zambèse, on a passé la gorge de la Lupata et laissé sur sa gauche la Luyena, rivière importante dont les eaux verdâtres contrastent avec les eaux jaunâtres et boueuses du Zambèse, on ne tarde pas à apercevoir l'île de Machiroumba, qui est formée de blocs granitiques recouverts d'une couche assez épaisse de terre. Une végétation des plus

luxuriantes la couvre et les hippopotames la visitent, chaque jour, pour se nourrir des jeunes pousses d'arbres. Avant d'y aborder, on est obligé de contourner, un grand nombre de fois, des îlots de sable qui rendent la navigation difficile et même dangereuse, à cause de la vitesse du courant. La rive droite, qui est bordée, à 200^m, par une série de collines parallèles au fleuve et élevées de 100^m environ, commence à être boisée, et l'on y remarque surtout de très beaux euphorbes triangulaires, d'à peu près $3^m,50$ de hauteur.

» Si, pour contourner l'île de Machiroumba, on se rapproche de la rive gauche du fleuve, on entre dans un canal de 150^m de largeur, qui laisse apercevoir, vers le milieu de sa longueur, une échancrure d'environ 40^m de hauteur, coupée à pic dans le grès houiller et d'où sort une rivière qui se jette dans le grand fleuve. La largeur est d'environ 45^m; c'est là l'embouchure du Muaraze, rivière que nous avons explorée en 1881.

» Sans eau une grande partie de l'année, le Muaraze devient un fort torrent pendant la saison des pluies. Nous avons pu suivre son lit pendant plus de 46^{km}; nous ne l'avons quitté qu'aux abords de sa source, sur un plateau couvert de bambous, de roseaux et de hautes herbes qui entravent la marche des explorateurs.

» La direction générale de la rivière est E. 13° N. à O. 13° S.

» Près du fleuve, les deux berges du Muaraze sont formées d'une muraille de grès gris, qui va en s'affaissant jusqu'à mourir dans le sol, après avoir eu la hauteur que nous avons désignée plus haut. La direction de cette muraille est N.-S., avec pente à l'Ouest. Sa puissance est d'environ 850^m.

» Lorsque cette muraille est dépassée, on entre complètement dans le terrain houiller, caractérisé par des bancs successifs de grès et de schiste noirâtre dont la direction est en ce moment N. 40° O. à S. 40° E.; $P = 0$, $I = 23°$. Les rives sont couvertes de roseaux et d'arbustes, le fond de la rivière est sableux et rempli de rognons de carbonate de fer....

» .... En résumé, nous pouvons dire que le Muaraze coule en grande partie sur le terrain houiller; mais le charbon que nous avons rencontré ne nous paraît pas exploitable, à moins qu'à la suite de sondages on ne constate un changement dans la nature des terrains. Cette houille, en général, se présente en filets d'une très faible épaisseur, coupés par des schistes charbonneux qui en rendent l'exploitation impossible et qui en altèrent la qualité.

» Voici les résultats obtenus à l'analyse :

Nos.	Emplacement des couches dans le Muaraze.	Densité.	Composition centésimale. Matières volatiles.	Coke.	Cendres.	Cendres non comprises. Matières volatiles.	Coke.
1.	Près de la cascade, en aval du village de Pondé; puissance, 1m.	1286	19,13	55,04	25,03	26,59	73,41
2.	A 2300m en aval du village de Pondé; puissance, 0m,85...	1290	20,37	54,81	24,82	27.10	72,90
3.	A 400m en amont des villages de Chipasse et de Calinço; puissance, 0m,40......	1292	18,79	51,40	29,81	26,77	73,23
4.	Même proven.; puissance, 0m,35......	1295	19,90	50,34	29,76	28,33	71,67
5.	A 1300m en amont des villages précédents; puissance, 0m,60 jusqu'au sol.........	1287	20,62	54,60	24,78	27,41	72,59
6.	Un peu en amont du village de Sousou ..	1270	22,99	55,00	22,01	29,43	70,57

M. **Ch. Brame** adresse une Note relative aux « Nébuleuses chimiques ».

M. **V. Joseph** adresse une Note relative à l'emploi du sulfure de carbone pour la destruction des mulots.

M. **J. Vacher** adresse une Note concernant l'emploi du carbonate de soude pour l'extinction des incendies.

M. **L. Hugo** adresse une Note intitulée : « Alignements d'un réseau pentagonal sur la planète Mars ».

La séance est levée à 5 heures un quart.

D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 24 JUILLET 1882.

Annales de l'Observatoire impérial de Rio-de-Janeiro. EMM. LIAIS, directeur. Tome Ier. *Description de l'Observatoire*. Rio-de-Janeiro, typogr. Lombaerts, 1882; in-4° relié.

Revision des Clématites du groupe des Tubuleuses cultivées au Muséum; par M. J. DECAISNE. Paris, G. Masson, 1882; in-4°. (Extrait des *Nouvelles Archives du Muséum d'Histoire naturelle*.)

Cours d'Analyse de l'École Polytechnique; par M. C. JORDAN; t. I : *Calcul différentiel*. Paris, Gauthier-Villars, 1882; in-8°.

Darwin considéré au point de vue des causes de son succès et de l'importance de ses travaux; par M. ALPH. DE CANDOLLE. Genève, H. Georg. 1882; in-18.

Ministère de la Marine et des Colonies. Manuel de pyrotechnie à l'usage de l'artillerie de la Marine; t. III. Paris, G. Chamerot, 1882; in-8°.

Mémoires de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux; 2e série, t. V, 1er cahier. Paris, Gauthier-Villars, Bordeaux, Duthie, 1882; in-8°.

Annales de la Société géologique de Belgique. T. VII. 1879-1880. Berlin, Friedlanger; Liège, Decq; Paris, Savy, 1879-1881; in-8°.

Traité de Géologie; par A. DE LAPPARENT; fascicule 6, pages 801 à 960. Paris, Savy, 1882; in-8°.

W. DE FONVIELLE. *Les grandes ascensions maritimes. La traversée de la Manche*. Paris, A. Ghio, 1882; in-12.

Le phylloxera. Traitements insecticides et principes fertilisants; par A. ROMMIER. Paris, librairie agricole, 1882; in-8°.

La femme stérile; par le Dr P.-M. DECHAUX. Paris, J.-B. Baillière, 1882; in-12. (Présenté par M. Gosselin pour le Concours de Médecine et Chirurgie.)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 21 AOUT 1882.

PRÉSIDENCE DE M. BOUSSINGAULT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE

MÉCANIQUE. — *Du choc longitudinal d'une barre élastique libre contre une barre élastique d'autre matière ou d'autre grosseur, fixée au bout non heurté; considération du cas extrême où la barre heurtante est très raide et très courte*; par M. DE SAINT-VENANT.

« **1.** A l'occasion de deux Notes intéressantes insérées aux *Comptes rendus* des 31 juillet et 7 août (p. 21 et 278), où MM. Sebert et Hugoniot veulent bien citer mon Mémoire de 1866 sur le choc de deux barres libres (*Journal de Liouville*, 1867), je crois à propos de présenter l'extrait suivant d'un Mémoire qui devait y faire suite et qui peut conduire à un but désirable, l'un de ceux que paraissent se proposer ces deux savants.

» Prenons pour axe des x la direction commune des axes de figure de deux barres prismatiques se joignant à un bout. Soient, à l'instant $t = 0$,

a_1, a_2 leurs longueurs, s'étendant de $x = 0$ à $x = a_1 + a_2 = a$;
σ_1, σ_2 les aires de leurs sections transversales;
P_1, P_2 leurs poids, E_1, E_2 leurs modules d'élasticité d'extension;

$\omega_1 = \sqrt{\frac{E_1}{\rho_1}}$, $\omega_2 = \sqrt{\frac{E_2}{\rho_2}}$ les *célérités* de propagation longitudinales du son dans leurs matières dont $\rho_1 = \frac{P_1}{g a_1 \sigma_1}$, $\rho_2 = \frac{P_2}{g a_2 \sigma_2}$ sont les densités;

$\tau_1 = \frac{a_1}{\omega_1}$, $\tau_2 = \frac{a_2}{\omega_2}$ les temps de parcours de leurs longueurs par le son;

et, au temps t, en des points d'abscisse x,

u_1, u_2 les déplacements subis, $v_1 = \frac{du}{dt}$, $v_2 = \frac{du_2}{dt}$ les vitesses, $j_1 = \frac{du_1}{dx}$, $j_2 = \frac{du_2}{dx}$ les dilatations.

» On aura

$$(1)\quad \frac{d^2 u_1}{dt^2} = \omega_1^2 \frac{d^2 u_1}{dx^2},\quad \frac{d^2 u_1}{dt^2} = \omega_2^2 \frac{d^2 u_2}{dx^2},\quad \text{ou}\quad \tau_1^2 \frac{d^2 u_1}{dt^2} = a_1^2 \frac{d^2 u_1}{dx^2},\quad \tau_2^2 \frac{d^2 u_2}{dt^2} = a_2^2 \frac{d^2 u_1}{dx^2},$$

à intégrer pour des conditions tant limites que de jonction, et initiales :

$$(2)\quad \begin{cases} (u_1)_{x=0} = 0 \ \text{ ou } \left(\frac{du_1}{dx}\right)_0 = 0 \text{ selon que l'extr. } x = 0 \text{ est fixe ou libre,} \\ (u_2)_{x=a} = 0 \ \text{ ou } \left(\frac{du_1}{dx}\right)_a = 0 \text{ selon que celle } x = a \text{ est fixe ou libre;} \end{cases}$$

$$(3)\quad (u_1)_{a_1} = (u_2)_{a_1} \quad \text{et} \quad E_1 \sigma_1 \left(\frac{du_1}{dx}\right)_{a_1} = E_2 \sigma_2 \left(\frac{du_2}{dx}\right)_{a_1} \quad \text{ou} \quad \frac{P_1 a_1}{\tau_1^2}\left(\frac{du_1}{dx}\right)_{a_1} = \frac{P_2 a_2}{\tau_2^2}\left(\frac{du_2}{dx}\right)_{a_2}:$$

$$(4)\quad (u_1)_{t=0} = \varphi_1(x),\quad (u_2)_1 = \varphi_2(x),\quad \left(\frac{du_1}{dt}\right)_0 = \psi_1(x),\quad \left(\frac{du_2}{dt}\right)_1 = \psi_2(x).$$

» 2. On résout, comme l'on sait, ces équations de deux manières : 1° en termes finis, par la somme de deux fonctions arbitraires de $x \pm \omega t$, dont les formes changent après chaque réflexion des ébranlements; 2° en série trigonométrique. Arrêtons-nous d'abord à ces séries, de la forme

$$(5)\quad \begin{cases} u_1 = \sum\left(\frac{A}{m}\sin m t + B \cos m t\right) X_1, \text{ où } \begin{cases} X_1 = \frac{1}{\sin m \tau_1} \sin \frac{m \tau_1 x}{a_1} \text{ quand l'extr. } x = 0 \text{ est fixe,} \\ X_1 = \frac{1}{\cos m \tau_1} \cos \frac{m \tau_1 x}{a_1} \text{ quand elle est libre;} \end{cases} \\ u_2 = \sum\left(\frac{A}{m}\sin m t + B \cos m t\right) X_2, \text{ où } \begin{cases} X_2 = \frac{1}{\sin m \tau_2} \sin \frac{m \tau_2 x}{a_2} \text{ quand } x = a \text{ est fixe,} \\ X_2 = \frac{1}{\cos m \tau_2} \cos \frac{m \tau_2 x}{a_2} \text{ quand } x = a \text{ est libre;} \end{cases} \end{cases}$$

le signe Σ s'étendant à toutes les valeurs du nombre m, racines réelles et

positives de l'équation suivante résultant de la troisième condition (3)

$$(6)\left\{\begin{array}{l}
\frac{P_1}{\tau_1}\frac{\sin m\tau_1}{\cos m\tau_1}+\frac{P_2}{\tau_2}\frac{\sin m\tau_2}{\cos m\tau_2}=0 \text{ si les deux points extrêmes sont libres;}\\
\frac{P_1}{\tau_1}\frac{\cos m\tau_1}{\sin m\tau_1}-\frac{P_2}{\tau_2}\frac{\sin m\tau_2}{\cos m\tau_2}=0 \text{ si } x=0 \text{ est fixe, } x=a \text{ libre,}\\
\frac{P_1}{\tau_1}\frac{\sin m\tau_1}{\cos m\tau_1}-\frac{P_2}{\tau_2}\frac{\cos m\tau_2}{\sin m\tau_2}=0 \text{ si } x=0 \text{ est libre, } x=a \text{ fixe,}\\
\frac{P_1}{\tau_1}\frac{\cos m\tau_1}{\sin m\tau_1}+\frac{P_2}{\tau_2}\frac{\cos m\tau_2}{\sin m\tau_2}=0 \text{ si les deux points } x=0,\ x=a \text{ sont fixes;}
\end{array}\right.$$

et A, B, déterminés par les conditions initiales (4), étant

$$(7)\quad B=\frac{\frac{P_1}{a_1}\int_0^{a_1}X_1\varphi_1 x\,dx+\frac{P_2}{a_2}\int_{a_1}^{a}X_2\varphi_2 x\,dx}{D},\qquad A=\frac{\frac{P_1}{a_1}\int_0^{a_1}\psi_1 x\,dx+\frac{P_2}{a_2}\int_{a_1}^{a}\psi_2 x\,dx}{D}$$

où

$$(8)\left\{\begin{array}{llll}
D=\frac{P_1}{a_1}\int_0^{a_1}X_1^2dx+\frac{P_2}{a_2}\int_{a_1}^{a}X_2^2dx= & \frac{P_1}{2\cos^2 m\tau_1}+\frac{P_2}{2\cos^2 m\tau_2}, & & \frac{P_1}{2\sin^2 m\tau_1}+\frac{P_2}{2\cos^2 m\tau_1},\\
& \text{pour } x=0 \text{ et } x=a \text{ libre;} & & x=0 \text{ fixe,}\quad x=a \text{ libre;}\\
& \frac{P_1}{2\cos^2 m\tau_1}+\frac{P_2}{2\sin^2 m\tau_2}, & & \frac{P_1}{2\sin^2 m\tau_1}+\frac{P_2}{2\sin^2 m\tau_2},\\
& x=0 \text{ libre,}\quad x=a \text{ fixe;} & & x=0 \text{ et } x=a \text{ fixes.}
\end{array}\right.$$

» Ajoutons que le cas des deux points extrêmes libres est le seul où il faille tenir compte de la racine $m=0$.

» Si, l'*extrémité* $x=0$ *étant fixe* et celle $x=a=a_1+a_2$ mobile ou libre, on a

$$(9)\quad \varphi_1(x)=0,\quad \varphi_2(x)=0,\quad \text{d'où}\quad B=0,\quad \text{et}\quad \psi_1(x)=0,\quad \psi_2(x)=V,$$

c'est-à-dire si la barre fixée a_1 est heurtée par la barre libre a_2 avec une vitesse V, les équations (5) se réduisent à

$$(10)\quad u_1=P_2V\sum\frac{2\sin\frac{m\tau_1 x}{a_1}\sin m t}{m\sin m\tau_1\left(\frac{P_1}{\sin^2 m\tau_1}+\frac{P_2}{\cos^2 m\tau_2}\right)},\qquad u_2=P_2V\sum\frac{2\cos m\tau_2\frac{a_1+a_2-x}{a_2}\sin m t}{m\cos m\tau_2\left(\frac{P_1}{\sin^2 m\tau_1}+\frac{P_2}{\cos^2 m\tau_2}\right)}.$$

» 3. Considérons le cas où le temps $\tau_2=\frac{a_2}{\omega_2}=\sqrt{\frac{P_2a_2}{gE_2\sigma_2}}$ serait comme infiniment court par rapport à celui τ_1, ce qui peut tenir, ou à ce que la matière de a_2 a incomparablement plus de roideur, ou à ce que sa longueur a_2 est fort petite, ce qui n'empêche pas son poids P_2 de pouvoir être compa-

rable au poids P_1. Alors, si nous faisons

(11) $$m\tau_1 = m, \quad \text{d'où} \quad m\tau_2 = m\frac{\tau_2}{\tau_1},$$

on pourra remplacer le sinus de $m\tau_2$ par l'arc $m\frac{\tau_2}{\tau_1}$ et $\cos m\tau_2$ par l'unité :

» 1° Dans l'équation en m, la deuxième des formules (8), ce qui la réduit à

(12) $$m\frac{\sin m}{\cos m} = \frac{P_1}{P_2};$$

» 2° Dans l'expression (10) de u_1, ce qui, eu égard à (12), donne

(13) $$u = V\tau_1 \sum \frac{2\sin\frac{mx}{a_1}\sin\frac{mt}{\tau_1}}{\sin m + \frac{P_2}{P_1}\sin m} = V\tau_1 \sum \frac{2\cos m \sin\frac{mx}{a}\sin\frac{mt}{\tau_1}}{m(m + \sin m\cos m)};$$

» 3° Dans l'expression (11) de u_2 qui se réduit à celle (13) pour $x = a_1$.

» 4. Cette expression (13) est précisément celle qui a été trouvée en 1823 par Navier pour les déplacements des points d'une barre de longueur a_1 et de poids P_1 fixée à une extrémité et heurtée, à l'autre, avec une vitesse V, par un corps P_2, *d'une forme quelconque,* censé rigide, d'un poids P_2 ([1]).

» Différentiée par rapport à x, elle résout le problème qu'il se proposait de connaître, à chaque instant du mouvement, les dilatations subies, auxquelles il faut imposer une certaine limite pour prévenir une rupture.

» 5. Notre analyse ci-dessus montre que cet important problème de Mécanique appliquée aux constructions peut être traité comme cas particulier de celui du choc mutuel de deux barres élastiques, homogènes et prismatiques, le long desquelles l'ébranlement se transmet et se réfléchit aux extrémités un grand nombre de fois, bien qu'aucun mouvement calculable et d'une pareille régularité n'ait lieu dans le corps ramassé, de forme et de matière quelconques, heurtant la barre considérée par Navier.

» Cela prouve qu'on pourra en obtenir *une autre solution,* savoir (n° 2), celle *en termes finis.* La série trigonométrique ne peut fournir, en effet, le maximum de la dilatation $\frac{du_1}{dx}$ qu'à la suite de tâtonnements numériques et

---

([1]) C'est l'expression (11) du n° 226, p. 151, de son *Rapport et Mémoires sur les ponts suspendus,* de 1823, lorsqu'on y remplace $\xi - \xi'$, E, h, p, m par u_1, $E\sigma_1$, a_1, $\frac{P}{a_1}$, $\frac{m}{a_1}$.

graphiques fort multiples et d'une longueur excessive. Une solution en termes finis, se simplifiant pour le cas extrême de $\frac{\tau_2}{\tau_1}$ comme infiniment petit, est donc une chose fort désirable.

» 6. Or, nous l'avons obtenue, en mars 1868 (*Comptes rendus*, p. 670), pour un cas très analogue, celui où les barres sont libres toutes deux. Indiquons donc ici les transformations délicates qui ne l'ont pas été.

» Nous prenions l'origine des x à l'extrémité de la barre heurtante, alors appelée a_1. En supposant $\frac{\tau_2}{\tau_1}$ = un grand nombre entier, et en appelant i, i' deux autres nombres entiers quelconques, dont le premier est zéro pour $t=0$, et le second pour $t=2\tau_2$, nous avons obtenu les expressions suivantes des vitesses $v_1=\frac{du_2}{dt}$ et des dilatations linéaires $j_2=-\frac{du_2}{dx}$ d'un élément de la barre heurtée, en faisant

$$(14)\qquad r=\frac{P_2\tau_1}{P_1\tau_2}=\frac{P_2a_1\omega_2}{P_1a_2\omega_1}$$

et en nous aidant, pour la clarté, de ces diagrammes qui représentent, par des droites inclinées en deux sens opposés, les trajectoires qu'on aurait pour les parcours, tant directs que réfléchis, des têtes des ébranlements si les deux barres étaient transportées d'un mouvement uniforme perpendiculaire à leur longueur.

(15) Entre les instants $t=0$ et $t=\frac{x-a_1}{\omega_2}$: $v_2=0$, $j_2=0$.

(16) Entre les instants $t=\frac{x-a_1}{\omega_2}$ et $t=2\tau_2-\frac{x-a_1}{\omega_2}$:

De $t=\frac{x-a_1}{\omega_2}+2i\tau_1$ à $t=\frac{x-a_1}{\omega_2}+2(i+1)\tau_1$,

$$v_2=\frac{V}{1+r}\left(\frac{1-r}{1+r}\right)^i,\quad j_2=\frac{V}{(1+r)\omega_2}\left(\frac{1-r}{1+r}\right)^i.$$

(17) Entre les instants $t=2\tau_2-\frac{x-a_1}{\omega_2}$ et $t=2\tau_2+\frac{x-a_1}{\omega_2}$:

De $t=2i\tau_1+\frac{x-a_1}{\omega_2}$ à $t=2(i+1)\tau_1+\frac{x-a_1}{\omega_2}$,

et de $t=2\tau_2+2i\tau_1-\frac{x-a_1}{\omega_2}$ à $t=2\tau_2+2(i+1)\tau_1-\frac{x-a_1}{\omega_2}$

(c'est-à-dire pour tout point qui, dans le diagramme, se trouve à l'intérieur du losange limité par les droites que représentent ces quatre équations),

$$v_2=\frac{V}{1+r}\left[\left(\frac{1-r}{1+r}\right)^i+\left(\frac{1-r}{1+r}\right)^{i'}\right],\quad j_2=\frac{V}{1+r}\left[-\left(\frac{1-r}{1+r}\right)^i+\left(\frac{1-r}{1+r}\right)^{i'}\right].$$

» **7.** Supposons maintenant que r soit comme infiniment petit ou que les cases du diagramme se réduisent à des éléments de surface. On tire de la troisième (16) qui est $t = \frac{x - a_1}{\omega_2} + 2i\tau_1$, en remplaçant τ_1 par $\frac{P_1 r}{P_2}\tau_2$,

$$(18) \qquad i = \frac{1}{2r}\frac{P_2}{P_1}\left(\frac{t}{\tau_2} - \frac{x - a_1}{a_2}\right).$$

» Donc, comme $\left(\frac{1 - r}{1 + r}\right)^{\frac{1}{2r}} = e^{-1}$, on a

$$(19) \qquad \left(\frac{1 - r}{1 + r}\right)^{i} = e^{-\frac{P_2}{P_1}\left(\frac{t}{\tau_2} - \frac{x - a_2}{a_2}\right)}.$$

» Tirons i et i' des équations de la deuxième ligne des (17), et transformons de la même manière, en conséquence, les $\left(\frac{1 - r}{1 + r}\right)^{i}$, $\left(\frac{1 - r}{1 + r}\right)^{i'}$ des expressions (17) de v_2 et j_2; nous obtenons ces résultats n'embrassant que de grands intervalles d'instants :

$$(20) \qquad \text{Entre } t = 0 \text{ et } t = 2\tau_2 - \frac{x - a_1}{\omega_2} : v_2 = 0, \quad j_2 = 0.$$

$$(21) \quad \begin{cases} \text{Entre } t = \frac{x - a_1}{\omega_2} \text{ et } t = 2\tau_2 - \frac{x - a_1}{\omega_2} \left(\text{en remplaçant } \frac{1}{1 + r} \text{ par } 1\right) : \\ v_1 = V e^{-\frac{P_2}{P_1}\left(\frac{t}{\tau_2} - \frac{x - a_1}{a_2}\right)}, \quad j_2 = \frac{V}{\omega_2} e^{-\frac{P_2}{P_1}\left(\frac{t}{\tau_2} - \frac{x - a_1}{a_2}\right)}. \end{cases}$$

$$(22) \quad \begin{cases} \text{Entre } t = 2\tau_2 - \frac{x - a_1}{\omega_2} \text{ et } t = 2\tau_2 + \frac{x - a_1}{\omega_2} : \\ v_2 = V\left[e^{-\frac{P_2}{P_1}\left(\frac{t}{\tau_2} - \frac{x - a_1}{a_2}\right)} + e^{-\frac{P_2}{P_1}\left(\frac{t}{\tau_2} + \frac{x - a_1}{a_2} - 2\right)}\right], \\ j_2 = \frac{V}{\omega_2}\left[e^{-\frac{P_2}{P_1}\left(\frac{t}{\tau_2} - \frac{x - a_1}{a_2}\right)} - e^{-\frac{P_2}{P_1}\left(\frac{t}{\tau_2} - \frac{x - a_1}{a_2} - 2\right)}\right]. \end{cases}$$

» Certes si l'on obtient, pour le cas où la barre heurtée P_2 est fixée à un bout, des expressions de cette forme, on pourra regarder le *problème de Navier* comme avantageusement résolu et les autres résolutions simples, s'il y a accord, comme confirmées. Nous regrettons de manquer du loisir nécessaire à l'établissement, pour ce cas, des formules discontinues analogues à (16) et (17), conduisant aux formules pratiques comme (21) et (22); et nous faisons le vœu que d'autres que nous, s'ils partagent nos vues, se livrent à ce travail, n'exigeant autre chose qu'une certaine attention soutenue, sans aucune difficulté analytique, et qu'on pourra même opérer par une

méthode tout élémentaire, comme celle dont je me suis servi au n° 16 (p. 355 à 365) de mon Mémoire de 1866. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur les effets vaso-moteurs produits par l'excitation du segment périphérique du nerf lingual.* Note de M. **Vulpian**.

« On sait que l'excitation faradique du segment périphérique du nerf lingual, que l'on vient de couper sur un mammifère, détermine une dilatation considérable de tous les vaisseaux de la moitié correspondante de la langue dans toute la région où se terminent les ramifications de ce nerf. L'expérience se fait très facilement sur un chien curarisé et soumis à la respiration artificielle ou morphinisé. La membrane muqueuse dans toute cette région et celle du frein de la langue, du même côté, prennent une teinte rouge très prononcée : il en est souvent de même, à un certain degré, pour la membrane muqueuse gingivale, à la face interne du maxillaire inférieur, vers la canine et les dents voisines. La veine principale qui longe, à la face inférieure de la langue, le frein lingual, devient turgescente, et toutes les veines et veinules qui s'y rendent en parcourant cette région, du bord de la langue vers le frein, se dilatent aussi. Le sang contenu dans ces vaisseaux offre une teinte rouge semblable, ou à peu près, à celle du sang artériel; la température de cette partie de la langue s'élève notablement, etc.

» Ce sont là des faits bien connus. Les phénomènes dont il s'agit se manifestent encore, après la ligature de l'artère linguale, du côté où l'on faradise le segment périphérique du nerf coupé. On les observe aussi, presque au même degré, après qu'on a lié non seulement l'artère linguale, mais encore les artères carotides interne et externe du même côté, à plus de $0^m,01$ au-dessus de la bifurcation du tronc carotidien primitif, et ce tronc lui-même, au milieu du cou. La ligature de la carotide primitive et celle de l'artère vertébrale, avant son entrée dans le canal des vertèbres cervicales, ne les empêchent pas de se montrer, même lorsqu'on lie aussi la carotide interne et la carotide externe, à une certaine distance de la bifurcation de la carotide primitive. On constate encore ces effets de l'excitation faradique du nerf lingual, et ils sont tout aussi accusés, après la section du tronc nerveux vago-sympathique et après l'excision du ganglion cervical supérieur du même côté.

» Quand la circulation s'arrête définitivement (farado-puncture des ventricules du cœur au travers de la paroi thoracique) chez un animal sur lequel

on vient d'exciter le segment périphérique d'un des nerfs linguaux, on voit que la moitié opposée de la langue devient pâle, que ses vaisseaux se resserrent, avant que ces mêmes phénomènes se manifestent dans la moitié de la langue, du côté où le nerf a été faradisé. De ce côté, la membrane muqueuse linguale reste rouge et les veines demeurent gonflées pendant une à deux minutes; le sang n'y perd que lentement sa couleur vermeille. Les effets produits par la faradisation du nerf lingual persistent donc pendant un certain temps après l'arrêt du cœur, et opposent pour ainsi dire de la résistance à l'excitation vaso-constrictive généralisée qui se produit, chez tous les animaux, quelques instants après la mort [1].

» En même temps que tous les vaisseaux de la région innervée par le nerf lingual coupé et faradisé se dilatent, ceux de la même région de la moitié opposée de la langue se resserrent. Cette particularité ne m'avait pas frappé lors de mes premières expériences. Le contraste entre les deux moitiés de la langue, lorsqu'on vient de cesser la faradisation du segment périphérique de l'un des nerfs linguaux, m'avait alors paru suffisamment expliqué par la congestion intense, déterminée ainsi dans la moitié de la langue qui correspond au nerf excité. Je me suis assuré plus récemment que la moitié opposée de la langue devient plus pâle qu'avant l'excitation faradique et que les veines de la face inférieure de cette partie de l'organe subissent un certain degré de resserrement.

» Ce resserrement vasculaire et cette pâleur de la membrane muqueuse linguale ne sont pas dus uniquement à une dérivation du sang de cette moitié de la langue au profit de l'autre moitié de l'organe : il y a certainement une action nerveuse vaso-constrictive qui s'exerce sur les artérioles du côté qui pâlit.

» S'il s'agissait d'un simple phénomène de dérivation, le diamètre des vaisseaux pourrait bien diminuer, mais le sang qu'ils contiennent ne changerait pas de couleur. Or ce changement de coloration a été incontestable dans plusieurs expériences. Lorsqu'on avait faradisé, par exemple, le segment périphérique du nerf lingual droit sur un chien curarisé, le sang des veinules et de la veine principale de la face inférieure de la moitié gauche de la langue, qui offrait, avant la faradisation, une coloration moins

(1) J'ai essayé plusieurs fois de déterminer une nouvelle dilatation des veines de la face inférieure de la langue, en faradisant le segment périphérique du nerf lingual, au moment où, après la mort, ces canaux commençaient à revenir sur eux-mêmes. Je n'ai constaté ni dilatation nouvelle ni ralentissement du resserrement des vaisseaux du côté correspondant.

sombre, à cause de la curarisation, que dans les conditions normales, était devenu très manifestement noirâtre. La circulation s'était donc ralentie, de ce côté, dans les vaisseaux capillaires; le sang y avait pris des caractères plus marqués de sang veineux et cet effet ne peut être attribué, dans ces conditions, qu'à un resserrement très notable des artérioles sous une influence vaso-constrictive.

» Une autre remarque prouve bien aussi que les modifications circulatoires observées dans la moitié gauche de la langue, lorsqu'on électrise le segment périphérique du nerf lingual droit, ne sont pas seulement la conséquence de l'augmentation d'afflux du sang dans la moitié droite de l'organe : c'est que ces modifications (pâleur de la membrane muqueuse, teinte plus sombre du sang contenu dans les veines) sont loin d'avoir la même durée que celles qui ont lieu dans l'autre côté de la langue (congestion vive et générale de la membrane muqueuse, teinte vermeille du sang des veines, etc.). Si l'on a soumis le segment périphérique du nerf lingual droit à une faradisation d'intensité moyenne pendant trente à quarante secondes, les phénomènes de congestion, dans la moitié correspondante de la langue, ont atteint leur plus haut degré d'intensité; à ce moment, les modifications subies par la circulation dans la moitié gauche de l'organe sont aussi des plus nettes. Or la congestion de la moitié droite de la langue et la rutilance du sang des veines de sa face inférieure durent plusieurs minutes; parfois elles n'ont pas disparu complètement au bout de dix minutes, tandis que les phénomènes inverses qui se manifestent dans la moitié gauche de la langue s'effacent souvent au bout d'une demi-minute ou d'une minute.

» En somme, il s'agit là d'une action vaso-constrictive réflexe et ce qui ne saurait laisser de doutes à cet égard, c'est que la constriction vasculaire ainsi provoquée dans la moitié gauche de la langue, lorsqu'on faradise le segment périphérique du nerf lingual droit, est beaucoup moins nette après la section préalable du nerf vago-sympathique du côté gauche.

» Le nerf lingual paraît donc posséder un certain degré de sensibilité récurrente, qui se manifeste surtout quand on excite le segment périphérique de ce nerf coupé, par le resserrement des vaisseaux de la moitié opposée de la langue. »

CHIMIE. — *Sur l'apparition du manganèse à la surface des roches.* Mémoire de M. **Boussingault** (¹). (Extrait.)

« La mer contient du manganèse : j'ai eu l'occasion de m'en assurer en examinant de la magnésie obtenue par un ingénieux procédé, imaginé par M. Schlœsing, basé sur le traitement de l'eau salée par la chaux. Ajoutons que M. Dieulafait a trouvé le manganèse en quantité notable dans les cendres des plantes marines, fucus, varechs, sargasses, etc., et que la présence de ce métal a été mise en évidence par les belles recherches sur la constitution du fond des mers entreprises par les naturalistes anglais dont M. Laugel a résumé les travaux avec une grande lucidité dans une Notice que je reproduis.

« En 1871, le Dr Carpenter proposa à l'Amirauté d'organiser une expédition pour l'exploration du fond de la mer dans les trois océans : Atlantique, Pacifique et Austral, pour compléter les travaux qu'il avait lui-même entrepris dans une partie de l'Atlantique et dans la Méditerranée. Le vaisseau *le Challenger* fut équipé et mis sous le commandement de Sir George Nares. La partie scientifique de l'expédition fut confiée au professeur Wyville Thomson.

» Le *Challenger* quitta l'Angleterre le 7 décembre 1872 et n'y revint que le 24 mai 1876, après avoir parcouru environ 70 000 milles nautiques. Le navire traversa trois fois d'abord l'Atlantique, dès Bermudes à Halifax, pour étudier le gulf-stream. Du cap de Bonne-Espérance on alla aux îles de Kerguelen, puis vers les glaces antarctiques, et de là dans les mers australiennes. Les études continuèrent dans l'océan Pacifique, l'archipel de la Malaisie, la Nouvelle-Guinée, le Japon; c'est entre la Nouvelle-Guinée et le Japon qu'on trouve la profondeur maximum de 4475 brasses ou 8710m, la plus grande qu'on ait déterminée dans de bonnes conditions d'observation. Du Japon, le *Challenger* alla aux îles Sandwich, à Taïti, à Valparaiso, au cap Horn, aux îles Falkland, à Montevideo, à Madère, et retourna ensuite en Angleterre.

» Le nombre des stations fut de 362; à chacune on faisait un sondage, on notait la température du fond de la mer et on ramenait un échantillon d'eau de ce fond pour l'analyser chimiquement et physiquement; enfin on faisait une prise des substances qui composaient le lit de la mer.

» Au point de vue hydrographique d'abord, il est aujourd'hui reconnu : 1° que le fond de la mer s'incline très graduellement à partir de la côte irlandaise, dans la direction de l'ouest, sur une étendue de plus de 1000 milles; 2° qu'à partir de la ligne de 100 brasses, le fond descend très rapidement, si rapidement que, très peu plus loin, on trouve déjà des profondeurs de 1200 à 1300 brasses; 3° qu'à partir de la ligne de 2000 brasses le fond redevient très uni; il forme alors une sorte d'immense plaine légèrement ondulée.

» Du côté de l'Amérique, les mêmes variations ont été observées. Si un soulèvement

---

(¹) *Voir* p. 318 de ce Volume.

amenait à la lumière la plaine couverte aujourd'hui par l'Atlantique, elle ressemblerait aux prairies de l'Amérique du Nord ou aux pampas de l'Amérique du Sud.

» Il faut donc cesser de parler de bassins des océans, et se bien figurer que les mers n'ont point du tout souterrainement la forme d'immenses cuvettes. D'un autre côté, il faut comprendre que la forme des parties vraiment océaniques ou profondes de la mer est très différente de la forme des mers basses qui baignent les côtes.

» L'hypothèse de la permanence générale des grandes divisions de la croûte terrestre en plateaux continentaux et en plateaux sous-marins est fortifiée par l'étude des dépôts qui se forment aujourd'hui dans le lit des océans. Ces dépôts sont constitués par la désintégration des masses terrestres actuelles; ils se trouvent surtout dans les eaux relativement basses, voisines de ces masses; l'absence presque absolue de sable siliceux doit y être remarquée. On ne trouve au fond de l'océan Atlantique du sable siliceux qu'aux approches de l'Afrique; il a été porté dans la mer par les vents, et l'on en voit tomber sur le pont des vaisseaux à une très grande distance des côtes.

» Le *Challenger* rencontra fréquemment au fond de la mer des débris d'origine volcanique, trouvés surtout aux environs des Açores et des Philippines.

» On a signalé, dans l'argile, des dépôts très singuliers de manganèse, qui parfois incrustent des coraux, mais qui forment d'ordinaire des concrétions et des nodules renfermant à leur centre des débris organiques, dents de poissons ou autres.

» Dans certaines régions, tout le fond et tous les objets du fond semblent recouverts et imprégnés de cette substance. Des dents de poisson de toute grandeur sont enveloppées de manganèse en couches concentriques qui ont jusqu'à un pied d'épaisseur. On a trouvé comme noyaux de ces nodules des éponges siliceuses, des débris de pierre ponce, des radiolaires, des globigérines. Ces dents de poisson sont toutes des dents fossiles, les mêmes qui se trouvent fréquemment dans le terrain tertiaire, particulièrement dans les dépôts suisses miocènes. »

» Le manganèse a ici apparemment une origine volcanique; partout où l'on trouve de la pierre ponce, on rencontre aussi ce métal.

» L'expédition du *Challenger* a fourni de nombreux documents qui serviront à éclaircir l'histoire des foraminifères, des diatomacées, des radiolaires. Nous insisterons sur ce fait important que tous les sables, toutes les argiles, tous les sédiments formés des débris des falaises et des matériaux transportés par les fleuves n'arrivent jamais à une très grande distance; ils sont tenus quelque temps en suspension, mais ils se déposent longtemps avant d'arriver aux parties vraiment océaniques des mers; les régions qui forment les plateaux profonds ne reçoivent pas grand'chose des grands plateaux continentaux.

» L'étude de ce qu'on peut appeler la stratification thermale dans la mer a beaucoup occupé les observateurs du *Challenger*. On a vérifié que c'est dans la couche supérieure de 200 brasses que l'abaissement de température est le plus rapide; cet abaissement devient ensuite moindre, et,

après la profondeur de 1500 brasses, il n'y a plus aucun changement dans tout l'Océan, sauf dans l'océan Atlantique du Nord : la température s'abaisse dans les profondeurs jusqu'à un point peu éloigné de zéro ; l'influence des rayons du Soleil est toute superficielle.

» Dans l'océan Atlantique du Sud, où l'on a pris des observations de profondeur à la latitude de 37° (2900 brasses), on a trouvé un fond tout à fait glaciaire, une couche d'eau de 1000 brasses d'épaisseur, qui était au-dessous de zéro.

» Je mentionnerai maintenant la recherche faite sur la présence et la constitution du composé manganésifère dans les matières retirées par les sondages durant l'expédition du *Challenger*.

» M. Gümbel s'est demandé si, dans ces dépôts venant du fond des océans, ainsi que dans les millépores, les inscrustations d'oxyde ne résultaient pas de la concentration de substances minérales opérées par des végétaux, par des êtres vivants; or, en les examinant au microscope, après les avoir réduits en plaques minces, il n'y a reconnu aucun indice de structure organique. Les nodules ont l'apparence de l'oolithe, et, fréquemment, ils ont pour point central un grain d'argile rouge entouré de couches alternatives d'oxyde de manganèse. Dans un des nodules M. Schwager a trouvé, pour 100 :

Bioxyde de manganèse...........	23,6
Oxyde de fer...................	27,4

» M. Gümbel attribue la formation des nodules à des sources minérales surgissant au fond des mers et tenant en dissolution, par la présence de l'acide carbonique, des carbonates terreux et métalliques. Cette hypothèse expliquerait leur apparition dans les régions volcaniques sous-marines.

» M. Buchanan a étudié les nodules manganésifères du fond de l'océan Pacifique, les tubes d'annélides (*worms-tubes*) retirés du fjord de Fine (*loch Fine*), et aussi la constitution de la vase dans laquelle ils sont disséminés.

» Les nodules ont un noyau mou, plus riche en manganèse que leur enveloppe; M. Buchanan voit leur origine dans l'intervention de substances animales qui changeraient en sulfure les sulfates de l'eau de mer.

» Selon M. Gümbel, les concrétions manganésifères proviendraient de sources sous-marines, émergeant d'un sol volcanique. Il faut reconnaître que cette opinion aurait en sa faveur les faits observés dans les eaux thermales d'une constitution analogue à celles de Coconuco, où une pellicule de bioxyde de manganèse d'un noir foncé adhère sur une dolomie; mais

elle est insuffisante pour expliquer comment l'enduit métallique apparaît sur les galets de quartz, sur des granites.

» Il est vraisemblable que là où se montre l'enduit noir de bioxyde ou de sesquioxyde sur les corps submergés, sur les roches exposées alternativement à l'eau d'un fleuve et à l'atmosphère, le dissolvant des carbonates terreux et métalliques, le gaz acide carbonique a été expulsé par l'agitation, la dessiccation, et que les sels de fer et de manganèse, une fois isolés, sont modifiés dans leur constitution, produisant, par l'action de l'air, du sesquioxyde rouge de fer et de l'oxyde manganique noir.

» L'acide carbonique serait ainsi le véhicule des carbonates.

» Examinons donc quelle est la solubilité de ce gaz dans diverses conditions.

» 1^{vol} d'eau exposé à l'atmosphère dissout, à une même température, chacun des gaz contenus dans l'air en quantité proportionnelle à la pression qu'ils exercent sur le liquide.

» C'est pourquoi, l'air étant formé de $\frac{1}{5}$ d'oxygène et de $\frac{4}{5}$ d'azote, 1^{lit} d'eau dissoudra :

	Volume.
Oxygène..................	34
Azote....................	66

» C'est précisément le rapport trouvé dans les gaz extraits de l'eau pure après exposition à l'air, comme l'ont établi Gay-Lussac et de Humboldt dans leurs remarquables recherches eudiométriques ; toutefois, dans l'atmosphère, il y a du gaz acide carbonique, $\frac{3}{10000}$ environ ; l'eau pure en relation avec l'air doit donc en contenir et en contient, en effet, une bien faible portion, si l'on considère combien est minime la pression partielle de ce gaz ; 1^{lit} d'eau n'en renfermera que $0^{cc},41$; en poids, $0^{mgr},81$.

» C'est une quantité encore plus réduite de gaz acide carbonique qu'on rencontre dans l'eau pure ou presque pure lorsque la température est supérieure à 0°. Dans l'eau des sources, des fleuves, de la mer, la proportion du gaz est plus forte : cela tient à certaines conditions, mais dans les eaux recueillies à de grandes hauteurs, dans la pluie, la teneur en acide carbonique ne diffère pas sensiblement de celle déduite de la faible pression partielle exercée par ce gaz. C'est ce qui ressort d'études que j'ai faites sur des montagnes très élevées.

Bogota. — Altitude, 2640^{m}. Torrent de San Francisco :

Dans 1^{lit} d'eau : acide carbonique, $0^{cc},7$; en poids, $1^{mgr},39$.

Bogota. — Dans 1^{lit} d'eau de pluie : acide carbonique, $0^{cc},27$; en poids, $0^{mgr},40$.

Équateur, Quito. — Altitude, 2900^{m}; terrain de trachyte.

Dans 1^{lit} d'eau, fontaine de la Plaza Mayor :

Acide carbonique, 1^{cc},0; en poids, 1^{mgr},98.

Volcan de Guagua Pichincha. — Ruisseau coulant sur le trachite. Altitude, 4500^{m}.

Dans 1^{lit} d'eau, acide carbonique, 1^{cc},0; en poids, 1^{mgr},98.

» Ces proportions minimes d'acide carbonique sont évidemment la conséquence de la pureté des eaux et de la faible pression partielle exercée par le gaz mélangé à l'air; aussi les voit-on augmenter notablement, même aux stations élevées, dans les sources et les rivières.

» La quantité de cet acide est généralement plus forte dans l'eau des fleuves. Henri Sainte-Claire Deville, dans son travail classique sur les eaux potables, a indiqué, dans 1^{lit} (acide carbonique mesuré à 0° et à la pression 0^{m},760) :

	Gaz.	Poids.
	cc	mgr
Garonne	17,0	33,7
Rhin	7,7	15,2
Rhône	7,9	15,6
Doubs	17,8	35,2

» C'est cette dose d'acide qui communique à ces eaux la propriété de dissoudre des carbonates terreux, constituant alors des composés dont la nature ne peut être exprimée par une formule, si ce n'est en supposant l'existence de bicarbonates analogues aux bicarbonates de potasse et de soude. En soumettant à une ébullition prolongée les eaux tenant en dissolution ces carbonates, l'acide carbonique libre, comme celui qui entre dans les bicarbonates, est éliminé.

» La mer renferme nécessairement les gaz de l'atmosphère. Dans 1^{lit} d'eau de la Manche, M. Schlœsing a constamment trouvé 98^{mgr},3 d'acide carbonique, engagé pour la majeure partie dans les carbonates, et dont 49^{mgr},43 pourraient être extraits par l'ébullition.

» Le nombre 49^{mgr},43 est assez rapproché de ceux qu'a trouvés M. Buchanan, dans 1^{lit} d'eau puisé dans l'Océan, à des profondeurs diverses, durant la campagne du *Challenger*, résultats d'un haut intérêt qu'on a réunis dans un tableau [1]. Voici deux nombres :

	Acide carbonique.
	mgr
A la surface de l'Océan	46,0
A 2850 brasses	52,0

[1] *Voyage du* Challenger, t. II, p. 384.

» On peut demander pourquoi l'acide carbonique libre, non combiné aux bases, dissous dans l'eau, échappe aux effets de fortes pressions. Voici la réponse de M. Schlœsing à cette question :

» La pression que supporte l'eau ne paraît pas modifier sa faculté de dissoudre certains corps solides, fluides ou gazeux ; cela tient probablement à l'incompressibilité du liquide.

» En ce qui concerne les solides, je viens de vérifier que, dans le vide, l'eau dissout exactement la même proportion de sel marin et de nitrate de potasse que sous la pression atmosphérique.

» Tout porte à croire que les gaz sont dans le même cas, c'est-à-dire que, dans les profondeurs de la mer, l'eau n'a pas, à l'égard de l'acide carbonique, un pouvoir dissolvant plus grand qu'à la surface.

» La mer, les fleuves contiennent donc de l'acide carbonique favorisant la dissolution des carbonates insolubles. Lorsque, par une circonstance quelconque, le gaz acide est expulsé, les sels sont précipités ; les carbonates de protoxyde de fer et de protoxyde de manganèse une fois en contact, soit avec l'oxygène de l'air, soit avec l'oxygène dissous dans l'eau, sont modifiés dans leur constitution par la suroxydation de leurs bases; le carbonate de fer produit un sesquioxyde rouge; le carbonate de manganèse, un oxyde noir.

» C'est à cette suroxydation que les granites de l'Orénoque, la syénite de la mer Rouge, les roches cristallines du Congo, les assises calcaires ou dolomitiques des sources thermales, les concrétions formées dans les profondeurs de l'Océan doivent l'enduit d'oxyde de manganèse qui recouvre leur surface sur quelques points du globe. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ZOOLOGIE. — *Quelques observations sur les Phylloxeras de la Savoie.* Note de M. J. LICHTENSTEIN.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Dans la dernière Note que j'ai eu l'honneur d'adresser à l'Académie, j'ai établi qu'une température constante d'environ 30° amène une évolution rapide du Phylloxera et détermine l'apparition de nombreux ailés; je me réservais d'étudier postérieurement l'effet contraire, c'est-à-dire le ralentissement de cette évolution pour une température plus basse. Profi-

tant pour cela d'un séjour à Aix-les-Bains et d'un été froid et pluvieux, j'ai cherché à me rendre compte du développement du Phylloxera en Savoie et dans l'Hérault. La différence est énorme.

» Tandis que, dans l'Hérault, nos Phylloxeras printaniers, soit qu'ils proviennent de l'œuf fécondé (pseudogynes fondatrices), soit qu'ils proviennent des jeunes hivernants (pseudogynes bourgeonnantes), commencent à circuler et à chercher une bonne place pour s'y fixer dès la fin de mars ou les premiers jours du mois d'avril, ce n'est guère qu'à la fin de mai ou dans les premiers jours de juin que ces mêmes formes s'agitent en Savoie.

» Dans le Midi, de cinq en cinq jours, ces petits pucerons muent ou éclosent; chaque trente jours environ, une génération bourgeonnante nouvelle s'ajoute à celles qui l'ont précédée. Aussi, dès le mois de juin, tout grouille d'insectes de tout âge : aïeules, mères et sœurs confondues.

» En Savoie, sans avoir pu en avoir la preuve matérielle, je crois pouvoir affirmer que chaque mue est séparée de la précédente par un espace de vingt à vingt-cinq jours. En effet, au mois d'août, je ne trouve que de grosses pseudogynes solitaires, toutes de la même taille, ce qui indique une naissance simultanée; toutes pondent d'énormes tas d'œufs, ce qui, d'après M. Balbiani, indique des insectes de première génération, puisque ceux qui viennent après ont des pontes toujours plus faibles. Mais que sont ces *cent cinquante ou deux cents* œufs qui peuvent entourer une pseudogyne en Savoie au 15 août, quand à la même époque le Phylloxera de Montpellier, né à la fin de mars et se reproduisant en moyenne par trente œufs, de mois en mois, nous donne *vingt-quatre* millions de petits!

» Cette différence inouïe explique tout naturellement pourquoi, quoique attaqués depuis huit ou dix ans, la Suisse, la Savoie, et en général tous les pays où la température restera fraîche et au-dessous de 20° à 25° en été, se défendront facilement contre un ennemi qui se multiplie si peu.

» J'ajouterai que je n'ai pu trouver encore ni nymphe ni insecte ailé en Savoie, tandis qu'ils sont abondants à Montpellier.

» Mais je n'ignore pas qu'un fait exceptionnel, comme celui d'un mois de juillet très froid, ne peut pas être accepté comme règle; le contraire peut aussi se présenter; une série de jours chauds fit apparaître, je crois, à Mancey, il y a quelques années, des nuées d'insectes ailés.

» Ces exceptions ne font du reste que corroborer la règle naturelle, qui me paraît être que l'évolution phylloxérienne peut varier, dans sa durée estivale, de trente jours à quatre mois, selon la température; qu'une température de 30° permettra à cette évolution de s'effectuer dans l'espace d'un

mois, tandis qu'une température de 20° fera du Phylloxera un insecte à une seule génération par an, relativement peu dangereux.

» J'ai profité de mon séjour en Savoie pour observer aussi le Phylloxera du chêne. J'ai bien vite reconnu que cette espèce est très différente de notre *Phylloxera quercus* du Midi et qu'elle se rattache à une espèce que j'ai signalée il y a une dizaine d'années sous le nom de *Phylloxera punctata*, comme propre à la Suisse.

» Cette espèce vit sur le *Quercus pedunculata*, chêne à feuilles glabres. Elle se distingue, à première vue, par les taches ou marbrures rouges qui ornent son corps, mais elle est surtout très remarquable au point de vue biologique. En effet, la pseudogyne pupifère, qui pond actuellement des pupes de deux dimensions, d'où sortent des sexués mâles et femelles sans rostre, est aptère, tandis qu'elle est ailée chez la plupart ou même chez tous les autres, sauf une seule exception.

» Cette nouvelle découverte permet de classer biologiquement les Phylloxeras dont l'évolution est connue comme suit :

Deux formes ailées dans le cours de l'existence, *avec migration* constatée du chêne vert (*Ilex* ou *coccifera*) au chêne blanc (*pubescens*) ou *sessiliflora*	*Phylloxera*	*quercus.*
	»	*florentina.*
Deux formes ailées, sans migration constatée jusqu'à présent.	»	*coccinea.*
	»	*corticalis.*
Une seule forme ailée, la pupifère....................	»	*vastatrix.*
» l'émigrante....................	»	*punctata.*
Point de forme ailée connue jusqu'à présent...........	»	*acanthochermes.*

» La famille des Phylloxériens compte actuellement en France sept espèces très bien caractérisées, en dehors de leurs caractères plastiques, par leurs caractères biologiques ; si nos observations dans le Midi n'ont pas toujours concordé avec celles de nos collègues de la capitale, c'est que nous n'observions pas le même insecte; à Paris, c'est le *Phylloxera coccinea;* à Montpellier, le *Phylloxera quercus;* à Aix, le *Phylloxera punctata*. J'espère être bientôt en état de publier une monographie complète de cette famille de Protées, dont chaque espèce a une évolution biologique différente. Il en est de même chez plusieurs groupes de pucerons. »

M. Edm. Lescarbault adresse un Mémoire intitulé : « Notes sur l'observation de dimensions apparentes considérables de satellites de Jupiter, lors de leurs passages au devant de cette planète, des dimensions apparentes

plus grandes encore de leurs ombres, et sur les aspects de la planète elle-même ».

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

CORRESPONDANCE.

Le **Comité formé par la Société d'émulation du Doubs** informe l'Académie qu'une souscription est ouverte pour l'érection d'une statue à *Claude de Jouffroy*.

ASTRONOMIE. — *Observations faites à l'Observatoire de Marseille*, par M. **Borrelly**, présentées par M. Stephan.

Planète (226). — *Palisa*,

Dates. 1882.	Heure de l'observation. (Temps moyen de Marseille).	Ascension droite de (226).	Distance polaire de (226).	Log. fact. par. en ascension droite.	Log. fact. par. en distance polaire.	Étoile de comp.	Grandeur.
Juillet 22....	10h50m53s	22h9m2s,03	102°6′34″,4	$-\bar{1}$,5253	−0,8520	*a*	13

Planète (227). — *P. Henry*.

Dates. 1882.	Heure de l'observation. (Temps moyen de Marseille).	Ascension droite de (227).	Distance polaire de (227).	Log. fact. par. en ascension droite.	Log. fact. par. en distance polaire.	Étoile de comp.	Grandeur.
	h m s	h m s	° ′ ″				
Août 16.....	10. 2.45	21.58.33,77	103.37.40,1	$-\bar{1}$,3953	−0,8580	*b*	13
17.....	9.52.20	21.57.42,78	103.39.34,9	$-\bar{1}$,4124	−0,8567	*b*	13
18.....	9.48.12	21.56.51,59	103.41.20,0	$-\bar{1}$,4094	−0,8571	*b*	13
19.....	8.51. 4	21.56. 1,70	103.43. 5,7	$-\bar{1}$,5720	−0,8629	*b*	13

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1882,0.

Étoile.	Nom de l'étoile.		Ascension droite.	Distance polaire.	Autorités.
			h m s	° ′ ″	
a.....	175 Weisse (A. C.) H.XXII	8-9	22.10.27,40	102.14. 8,3	Cat. Weisse et Cat. Wash.
b....	1300 Weisse (A. C.) H.XXI	7-8	21.57.44,85	103.35.24,5	Cat. Weisse.

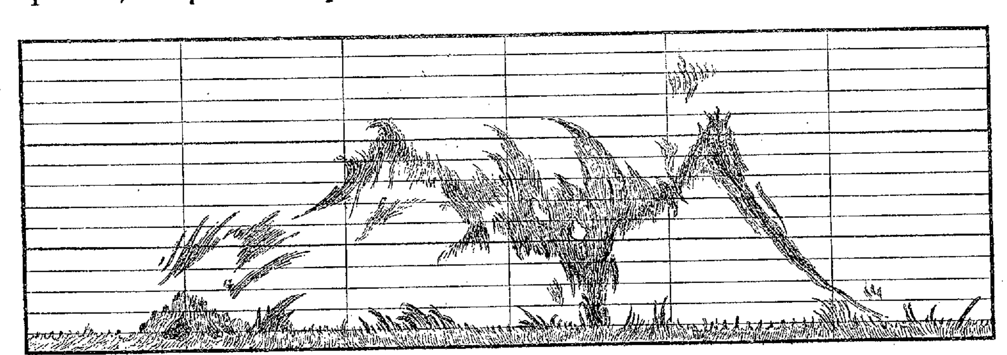
ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur les éruptions métalliques solaires, observées à Rome pendant le premier semestre* 1882. Note de M. **P. Tacchini.**

« Dans la Note que j'ai présentée à l'Académie, le 10 avril 1882, j'ai communiqué les résultats des observations faites sur les éruptions solaires pendant l'année 1881. J'ai l'honneur de lui communiquer aujourd'hui les résultats relatifs au premier semestre 1882.

» Le nombre total des éruptions observées a été de 43, dont 24 au nord et 19 au sud de l'équateur solaire. La fréquence relative des éruptions est ainsi de 0,47, c'est-à-dire le double de la fréquence donnée par les observations de 1881.

» Un maximum d'éruptions a eu lieu dans le mois de mars : quoique les observations en mars ne soient pas entièrement comparables aux autres, cependant on peut affirmer qu'un minimum s'est présenté dans ce mois, en correspondance avec le minimum bien marqué dans les protubérances solaires. Les éruptions solaires ont été presque toujours accompagnées de petites protubérances : j'en ai observé même dans de simples traits de chromosphère.

» Le nombre des raies a toujours été petit, et la raie B*c* a été la plus fréquente ; on peut dire que le caractère spécial des éruptions a été la pré-



sence constante des deux raies rouges B*c*, B*a*, très étendues et très vives ; on les a observées même dans des parties des protubérances assez distantes du bord. On a observé trois fois la raie 6493 et trois fois la raie 6545 ; la raie du sodium, contrairement aux autres lignes, a toujours été limitée et visible seulement dans la partie centrale et à la base de l'éruption. La raie coronale et celle du magnésium ont toujours été visibles, et très souvent aussi les raies 5017 et 4923, celles-ci plusieurs fois doubles. Nous pouvons

donc conclure que, si le nombre des éruptions indique pour l'année 1882 une plus grande activité solaire, le nombre des raies, presque toujours le même et toujours limité dans les éruptions, démontre que nous sommes encore loin de l'activité solaire qui s'était manifestée à l'époque du maximum précédent. La seule éruption splendide, pour la forme et l'intensité lumineuse, a été celle du 21 juin, dont je donne ici le dessin au moment du développement le plus considérable.

» Dans cette éruption, nous avons observé la raie B*c* jusqu'à 70″ du bord solaire; la hauteur maximum de la protubérance a été de 167″. La partie brillante, à droite, s'est formée de haut en bas, et ensuite la partie supérieure a disparu. L'éruption a été observée de 8^h du matin à $5^h 45^m$ du soir. L'éruption s'est manifestée dans une région des facules qui a reparu à l'est, au commencement de juillet, avec une autre éruption très semblable à celle-ci.

» Quant à la distribution des éruptions dans ces différentes zones solaires, voici les résultats :

Latitudes.	Éruptions.	Latitudes.	Éruptions.
° °		° °	
90 + 80..........	0	0 — 10..........	4
80 + 70..........	0	10 — 20..........	12
70 + 60..........	0	20 — 30..........	4
60 + 50..........	0	30 — 40..........	2
50 + 40..........	0	40 — 50..........	1
40 + 30..........	2	50 — 80..........	0
30 + 20..........	7	60 — 70..........	0
20 + 10..........	13	70 — 80..........	0
10 + 0..........	3	80 — 90..........	0

» Les maxima des éruptions tombent donc entre ± 10 et ± 20, à peu près comme pour les taches; mais les éruptions s'élèvent à des latitudes plus grandes, car elles s'étendent jusqu'aux zones + 30° + 40° et — 40° — 50°, tandis que les taches ont été limitées entre ± 30°. »

SPECTROSCOPIE. — *De l'élargissement des raies spectrales de l'hydrogène.* Note de M. **D.** VAN MONCKHOVEN.

« M. Norman Lockyer et la plupart des astronomes attribuent l'élargissement des raies spectrales de l'hydrogène à l'influence de la pression, tandis que d'autres, parmi lesquels nous citerons Secchi, croient que ce phénomène tient à la fois de la pression et de la température.

» M. Cailletet, en faisant jaillir l'étincelle électrique au sein de l'hydrogène, trouve que les raies spectrales de ce gaz sont d'autant plus larges que la pression est plus élevée. Mais, comme la température de l'étincelle s'élève en même temps que la pression, la cause du phénomène reste indéterminée.

» Il en est de même des tubes à gaz hydrogène raréfié, employés par MM. Plücker, Hittorf, Secchi, Wüllner, etc. A une certaine pression, *que chaque auteur trouve différente*, les raies s'élargissent, et elles deviennent plus larges encore si le tube est traversé par l'étincelle de Leyde, dont la température est plus élevée.

» Des expériences nombreuses et variées, dont nous présentons ici le résumé, nous ont permis de déterminer la cause principale de l'élargissement des raies spectrales des gaz.

» Nos tubes à gaz ont la forme d'un H majuscule. Le trait horizontal représente le tube capillaire (longueur, $0^{m},10$; section, $0^{mm},5$). Les deux branches verticales figurent les tubes larges, aux extrémités desquels se trouvent les électrodes. Il y en a donc quatre. Les deux supérieures sont reliées à une bobine d'induction, donnant à l'air libre des étincelles de $0^{m},30$ de longueur. Le gaz incandescent est examiné suivant l'axe du tube capillaire. On obtient ainsi des spectres d'une très grande intensité, que l'on peut augmenter encore en reliant les deux électrodes inférieures à une seconde bobine, et faisant passer les deux courants d'étincelles simultanément à travers le tube.

» A une très petite fraction de millimètre de mercure, le tube est illuminé par une faible lueur ou effluve et les raies spectrales C et F sont fines. A $0^{m},001$, l'éclat du gaz augmente; à $0^{m},010$, il est à son maximum. La lumière émise est d'un rose vif, et les raies C et F sont toujours fines et nettement terminées sur leurs bords. De $0^{m},01$ à $0^{m},05$, l'éclat du gaz et sa couleur restent les mêmes; mais à $0^{m},10$ l'éclat faiblit beaucoup : la couleur du gaz vire au bleu, effets qui s'accentuent à $0^{m},20$. Les raies C et F sont toujours fines, bien que la température du gaz incandescent ait énormément baissé.

» Mais à $0^{m},40$ l'allure de l'expérience change entièrement : l'effluve lumineuse bleuâtre est mêlée d'une quantité de petites étincelles rouges et *l'élargissement des raies C et F se produit précisément à ce moment*. A une pression plus élevée, l'*effluve bleue* disparaît entièrement, et ce ne sont plus que des *étincelles* d'un rouge vif qui parcourent le tube. Les raies C et F s'élargissent davantage encore.

» Si l'on change les conditions expérimentales, soit par l'emploi de tubes plus courts, soit par l'emploi de bobines d'induction faibles ou puissantes, soit par l'interposition d'un second tube dans le circuit, comme l'a fait M. Lee, *l'élargissement des raies commencera à des pressions différentes, mais toujours au moment où l'effluve disparaîtra pour faire place aux étincelles.*

» C'est à $0^m,01$ de pression que l'on trouve le maximum de température et le plus grand éclat du gaz. Si l'élargissement des raies était dû à l'élévation de la température, c'est à cette pression qu'il faudrait l'observer. Or il n'en est rien, et l'on peut faire varier cette température *sans changer la pression,* par l'emploi de bobines faibles ou puissantes, et même de plusieurs bobines, *sans altérer en rien la largeur des raies.*

» Si l'on s'en tenait à ces expériences, l'élargissement des raies semblerait indépendant de la température. Mais l'étincelle de la bouteille de Leyde augmente cette température, et aussi l'éclat du gaz incandescent et la largeur des raies. C'est surtout ce fait qui a donné lieu à l'opinion, erronée suivant nous, de l'influence prépondérante de la température. Est-il concluant? C'est ce que nous allons examiner.

» Un tube à hydrogène à très faible pression ($0^m,001$), traversé pendant une minute par le courant d'une puissante bobine, *s'échauffe très fortement* et les raies spectrales de ce gaz sont fines. Ce même tube, au contraire, *s'échauffe à peine* si l'on se sert d'une bobine avec interposition d'une petite bouteille de Leyde, également pendant une minute. Et cependant les raies C et F sont maintenant larges. *On peut donc produire l'élargissement des raies à très basse températuie.*

» Voici une expérience plus décisive encore :

» Le courant d'une bobine d'induction, avec interposition d'une petite bouteille de Leyde, passe à travers notre tube à quatre électrodes (décrit plus haut) et rempli d'hydrogène à $0^m,001$ ou $0^m,002$ de pression. Au spectroscope, nous observerons les raies spectrales de ce gaz élargies; mais, en même temps, faisons passer dans le tube, par les deux autres électrodes, soit dans le même sens, soit en sens inverse, le courant d'une puissante bobine. L'éclat du gaz, et par conséquent sa température, augmentent considérablement. Dès lors, les raies devraient s'élargir encore. Et qu'observe-t-on? La raie large, traversée à sa partie centrale par une raie fine; bref, deux spectres superposés : le spectre dû à l'étincelle condensée et le spectre dû à l'étincelle ordinaire.

» D'après tout ce qui précède, il est aisé de conclure que l'emploi des tubes à gaz raréfiés et celui des décharges disruptives sont insuffisants pour

démontrer que l'élargissement des raies spectrales de l'hydrogène est dû, soit à la température, soit à la pression, l'état dynamique du gaz venant à se combiner avec l'échappement.

» Nous avons alors employé l'arc électrique *produit par un courant continu* au sein de l'hydrogène pur, dans un appareil spécial, parfaitement étanche et relié à la pompe à mercure. Nous avons ainsi obtenu des résultats très nets, dont voici le résumé :

» A la pression atmosphérique ordinaire, on observe, les électrodes étant en charbon, un brillant spectre continu, dû à l'incandescence des particules solides entraînées par le courant, plus les raies propres à ces électrodes et au mercure, au milieu desquelles on retrouve aisément les raies C et F de l'hydrogène (la raie $H\gamma$ est invisible et noyée dans l'éclatant spectre continu).

» La raie F est fortement élargie, la raie C l'est moins. Mais cet élargissement ne ressemble plus du tout à celui que l'on observe dans les tubes à gaz raréfiés. Dans ceux-ci, la raie s'étale, en diminuant d'éclat du centre vers les bords, tandis que dans l'arc la raie est large, uniforme d'éclat, les bords seuls sont légèrement estompés, absolument comme on l'observe dans le spectre du Soleil et de quelques étoiles (Sirius, par exemple).

» A $0^m,25$ de pression, les raies C et F diminuent de largeur. A $0^m,09$ elles sont presques fines. $H\gamma$ est toujours invisible. L'éclat de l'arc et des raies augmente fortement.

» A $0^m,02$ les raies C et F sont tout à fait fines, extrêmement éclatantes et $H\gamma$ apparaît. A $0^m,008$, $H\gamma$ devient encore plus brillante.

» En augmentant ou en diminuant la distance des électrodes, ou la puissance du courant, on peut faire varier la température de l'arc dans des limites très étendues, tout en maintenant la pression constante. *Les raies conservent toujours la même largeur.*

» *L'élargissement des raies spectrales de l'hydrogène est donc absolument indépendant de la température et uniquement dû à la pression.* »

MÉCANIQUE. — *Sur le choc longitudinal d'une tige élastique fixée par l'une de ses extrémités.* Note de MM. **Sébert** et **Hugoniot**.

« Lorsqu'une tige, fixée par l'une de ses extrémités, subit à l'autre le choc longitudinal d'un corps de poids Π, animé d'une vitesse V et soumis à l'action d'une force $F(t)$, on a, entre les fonctions arbitraires, la re-

lation

$$\varphi''(l+at)+r\varphi'(l+at)+\psi''(l-at)+r\psi'(l-at)-f(at)=0 \quad [1],$$

qui devient, en posant $l+at=\zeta$,

$$(1) \qquad \varphi''(\zeta)+r\varphi'(\zeta)+\psi''(2l-\zeta)+r\psi'(2l-\zeta)-f\left(\frac{\zeta-l}{a}\right)=0.$$

» Tant que ζ est inférieur à l, on a $\varphi'(\zeta)=0$; ζ variant de l à $3l$, $\varphi'(\zeta)$ est donné par la formule

$$\varphi'(\zeta)_l^{3l}=e^{-r\zeta}\int_l^\zeta e^{r\zeta}f\left(\frac{\zeta-l}{a}\right)d\zeta+\frac{V}{a}e^{-r\zeta}.$$

» Pour déterminer les valeurs que prend la fonction $\varphi'(\zeta)$ lorsque la variable devient supérieure à $3l$, on posera

$$\varphi'(\zeta)_0^l=\Phi_0(\zeta), \quad \varphi'(\zeta)_l^{3l}=\Phi_1(\zeta), \quad \ldots, \quad \varphi'(\zeta)_{(2n-1)l}^{(2n+1)l}=\Phi_n(\zeta), \quad \ldots,$$

» On remarquera d'abord que, si les fonctions Φ_0, Φ_1, ... sont connues, $\psi'(\zeta)$ l'est aussi pour toutes les valeurs de ζ; car, ζ étant une quantité positive, la condition spéciale au point fixe donne $\psi'(-\zeta)=\varphi'(\zeta)$. Il en résulte qu'alors $\varphi'(x+at)$ et $\psi'(x-at)$ sont entièrement déterminées pour les valeurs de t supérieures à zéro, puisque $x+at$ est toujours positive, tandis que $x-at$ varie entre $+l$ et $-\infty$, et que l'on a $\psi'(\zeta)_0^l=0$, la tige étant supposée en repos à l'instant initial. La détermination complète du mouvement vibratoire de la tige est ainsi ramenée à celle des fonctions Φ.

» En second lieu, il est facile de reconnaître que, si le temps t est compris entre $\frac{(2n-2)l}{a}$ et $\frac{2nl}{a}$, on a

$$\varphi'(l+at)=\Phi_n(l+at), \quad \psi'(l-at)=\Phi_{n-1}(at-l),$$

de sorte que la vitesse du corps heurtant est égale à

$$a[\Phi_n(l+at)-\Phi_{n-1}(at-l)].$$

» De même, t variant entre $\frac{2nl}{a}$ et $\frac{(2n+2)l}{a}$, cette vitesse est donnée par l'expression

$$a[\Phi_{n+1}(l+at)-\Phi_n(at-l)].$$

» Si l'on fait $t=\frac{2nl}{a}$, les deux expressions doivent prendre la même va-

[1] *Comptes rendus*, séance du 14 août 1882.

leur, d'où résulte l'égalité

$$(2)\quad \Phi_{n+1}[(2n+1)l] = \Phi_n[(2n+1)l] + \Phi_n[(2n-1)l] - \Phi_{n-1}[(2n-1)l].$$

» Enfin, quand ζ est supérieur à $2l$, $2l-\zeta$ étant négatif,

$$\psi'(2l-\zeta) = \varphi'(\zeta-2l),$$

d'où

$$\psi''(2l-\zeta) = -\varphi''(\zeta-2l),$$

de sorte que l'équation de condition (1) devient

$$(3)\quad \varphi''(\zeta) + r\varphi'(\zeta) - \varphi''(\zeta-2l) + r\varphi'(\zeta-2l) - f\left(\frac{\zeta-l}{a}\right) = 0.$$

» Cela posé, il est facile de déterminer la fonction Φ_{n+1} quand on connaît Φ_n et Φ_{n-1}.

» En effet, ζ variant entre $(2n+1)l$ et $(2n+3)l$, on a

$$\varphi'(\zeta) = \Phi_{n+1}(\zeta), \quad \varphi''(\zeta) = \Phi'_{n+1}(\zeta),$$
$$\varphi'(\zeta-2l) = \Phi_n(\zeta-2l), \quad \varphi''(\zeta-2l) = \Phi'_n(\zeta-2l),$$

de sorte que, en substituant dans (3), on obtient une équation linéaire du premier ordre qui donne pour Φ_{n+1} la valeur suivante :

$$\Phi_{n+1}(\zeta) = e^{-r\zeta}\int_{(2n+1)l}^{\zeta} e^{r\zeta}\left[\Phi'_n(\zeta-2l) - r\,\Phi_n(\zeta-2l) + f\left(\frac{\zeta-l}{a}\right)\right] d\zeta + \mathrm{A}e^{-r\zeta}.$$

» On en déduit, au moyen de l'intégration par parties,

$$\Phi_{n+1}(\zeta) = e^{-r\zeta}\int_{(2n+1)l}^{\zeta} e^{r\zeta}\left[2\Phi'_n(\zeta-2l) + f\left(\frac{\zeta-l}{a}\right)\right] d\zeta - \Phi_n(\zeta-2l) + \mathrm{C}e^{-r\zeta}.$$

C désigne une constante que l'on détermine au moyen de la condition (2), et l'on obtient finalement

$$(4)\left\{\begin{aligned} \Phi_{n+1}(\zeta) = {} & e^{-r\zeta}\int_{(2n+1)l}^{\zeta} e^{r\zeta}\left[2\Phi'_n(\zeta-2l) + f\left(\frac{\zeta-l}{a}\right)\right] d\zeta - \Phi_n(\zeta-2l) \\ & + e^{(2n+1)rl}e^{-r\zeta}\{\Phi_n[(2n+1)l] + 2\Phi_n[(2n-1)l] - \Phi_{n-1}[(2n-1)l]\}. \end{aligned}\right.$$

» Ainsi les fonctions Φ_n forment une suite dont chaque terme dépend des deux précédents et dont l'équation (4) donne la loi de récurrence. On connaît d'ailleurs Φ_0 et Φ_1; on peut donc calculer de proche en proche toutes les fonctions suivantes.

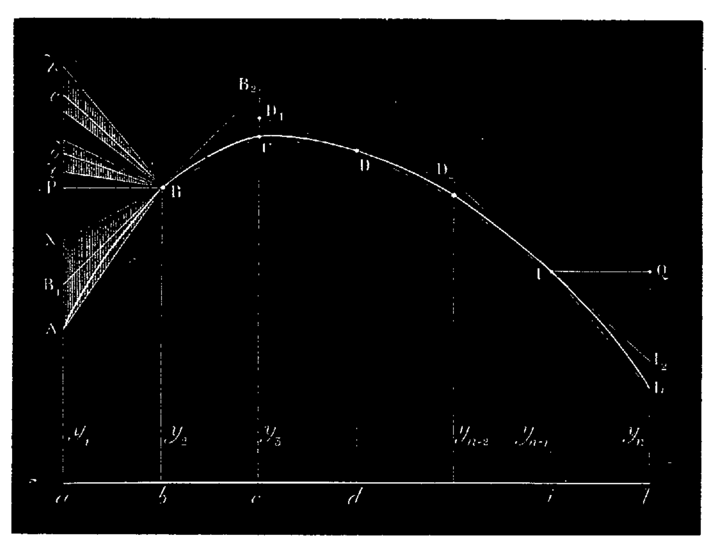
» Nous développerons les conséquences de ces formules dans un Mé-

moire que nous aurons prochainement l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie; pour le moment nous nous bornons à faire remarquer que les quadratures peuvent facilement s'effectuer quand la force qui sollicite le corps heurtant est nulle ou lorsqu'elle est constante. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les quadratures et les cubatures approchées.* Note de M. **P. Mansion**, présentée par M. de Saint-Venant.

« En étudiant, par la Géométrie élémentaire, à l'exemple de Poncelet et de M. le général Parmentier, la question des quadratures et des cubatures approchées, nous sommes arrivé à quelques résultats très simples, relativement à l'erreur maximum que comportent diverses formules célèbres pour l'évaluation des intégrales définies. Voici, sous une forme condensée, les plus intéressants de ces résultats.

» Aires. — *Notations.* — Considérons une aire aABCD ... ILl, comprise entre un arc de courbe AL, une droite fixe al et les perpendiculaires Aa, Ll abaissées sur cette droite des extrémités de l'arc AL. Par



hypothèse, nous supposons que cet arc tourne sa concavité vers la droite al. Divisons l'aire aALl en n parties par des coordonnées équidistantes bB, cC, dD, ..., iI. Par les extrémités B, D, ... des ordonnées de rang pair, menons à la courbe les tangentes B_1BB_2, D_1DD_2, ... terminées en B_1 et en B_2, D_1 et D_2, ... aux ordonnées des voisines. Si l'avant-dernière ordonnée iI n'est pas de rang pair, menons aussi la tangente II_2 terminée à la dernière ordonnée lL.

» Appelons y_1, y_2, y_3, ..., y_n les ordonnées aA, bB, cC, ..., lL, h leur distance commune, S l'aire curviligne aABCD ... ILl, T le polygone inscrit aABCD ... ILl, M le polygone circonscrit à angles rentrants

$$aB_1B_2D_1D_2 \ldots I I_2 l,$$

somme des trapèzes abBB$_1$, bcB$_2$B, etc.

» *Formule des trapèzes.* — L'aire S est comprise entre M et T. Or, la différence M — T est égale à la somme des triangles ABB_1, BCB_2, CDD_1, ... Par le point B, menons BX, prolongement de CB, Bγ parallèle à DC, Bδ parallèle à D_1DD_2, ..., Bλ parallèle à IL; les points X, γ, δ, ..., λ se trouvent sur aA prolongé au besoin. Les triangles ABB_1, BCB_2, CDD_1, ..., dont la somme égale M — T, sont respectivement égaux à ABB_1, B_1BX, $\gamma B\delta$, ... La somme de ceux-ci (partie hachurée de la figure) est inférieure au triangle ABλ. On a donc $M - T < AB\lambda$, ou $M < T + AB\lambda$. *A fortiori*, $S < T + AB\lambda$, ou $S < U$, si nous posons $U = T + AB\lambda$. Menons BP, IQ parallèlement à al et rencontrant aA, lL en P, Q. On aura évidemment U égal à l'aire du polygone aPBC ... IQl. D'où ce curieux théorème, démontré, comme on vient de le voir, en ne s'appuyant que sur le premier Livre des *Éléments :*

» *L'aire* S *est comprise entre le polygone inscrit* T *et le polygone* U *obtenu en remplaçant la première et la dernière ordonnée de* T *par la deuxième et l'avant-dernière. Analytiquement :*

$$h\left(\tfrac{1}{2}y_1 + y_2 + y_3 + \ldots + y_{n-2} + y_{n-1} + \tfrac{1}{2}y_n\right)$$
$$< S < h\left(\tfrac{3}{2}y_2 + y_3 + \ldots + y_{n-2} + \tfrac{3}{2}y_{n-1}\right).$$

» Le même théorème subsiste si la courbe tourne sa convexité vers al, et il est facile de le modifier dans le cas où les ordonnées ne sont pas équidistantes.

» De ce théorème il résulte que, si l'on pose approximativement $S = T$ (formule des trapèzes), l'erreur commise est moindre que le triangle

$$AB\lambda = U - T = \tfrac{1}{2}h(y_2 + y_{n-1} - y_1 - y_n).$$

» *Formule de Simpson.* — Soit n impair. Posons

$$A = \tfrac{1}{2}y_1 + y_3 + y_5 + \ldots + y_{n-2} + \tfrac{1}{2}y_n, \quad B = y_2 + y_4 + \ldots + y_{n-1}.$$

On aura

$$T = h(A + B), \quad M = 2hB.$$

Si l'on fait

$$s = \frac{1}{3}(M + 2T) = \frac{1}{3}h(2A + 4B)$$
$$= \frac{1}{3}h(y_1 + 4y_2 + 2y_3 + \ldots + 2y_{n-2} + 4y_{n-1} + y_n),$$

et si l'on pose approximativement $S = s$, on a la *formule de Simpson*. L'erreur commise en posant $S = s$ est inférieure à la plus grande des deux différences $M - s$, $s - T$, c'est-à-dire à la première qui est égale à $\frac{2}{3}(M - T) = \frac{2}{3}h(A - B)$, résultat nouveau et d'une simplicité inespérée. Mais $M - T$, d'après ce qu'on a vu plus haut, est inférieur à $U - T$ ou $AB\lambda$. Donc l'erreur commise en employant la formule de Simpson est inférieure à $\frac{2}{3}AB\lambda$, ou, analytiquement, inférieure à $\frac{1}{3}h(y_2 + y_{n-1} - y_1 - y_n)$; résultat nouveau aussi et plus simple encore que le précédent.

» Volumes. — *Formule de Woolley.* — Considérons une surface convexe projetée horizontalement suivant un parallélogramme, un rectangle ou un carré *abcd* ayant pour centre *e*. Appelons h_1, h_2, h_3, h_4, H les hauteurs, au-dessus du plan horizontal, des points A, B, C, D, E, projetés en *a*, *b*, *c*, *d*, *e*; h le quart de la somme $h_1 + h_2 + h_3 + h_4$; V le volume compris entre la surface, les plans verticaux menés suivant *ab*, *bc*, *cd*, *da* et le plan horizontal; S l'aire *abcd*.

» Par le point E, menons un plan tangent à la surface, coupant les arêtes latérales en α, β, γ, δ. Le volume V est compris entre le volume $M = SH$ du prisme oblique $abcd\delta\gamma\beta\alpha$ et le volume $T = \frac{1}{3}S(2h + H)$ des quatre prismes triangulaires *abe*EBA, *bce*ECB, *cde*EDC, *dae*EAD. Si l'on pose approximativement

$$V = \frac{1}{2}(M + T) = \frac{1}{3}S(h + 2H) = \frac{1}{12}S(h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + 8H),$$

on obtient une formule trouvée assez péniblement par Woolley. L'erreur commise est moindre, en valeur absolue, que $\frac{1}{2}(M - T) = \frac{1}{3}S(H - h)$, ce qui est encore un résultat nouveau.

» *Remarque.* — Au moyen de l'Analyse infinitésimale, on prouve que la combinaison linéaire des valeurs de T et M qui conduit aux formules de Simpson et de Woolley est, en général, la meilleure possible, au point de vue de l'exactitude des résultats. »

PHYSIQUE. — *Expériences hydrodynamiques : imitation, par les courants liquides ou gazeux, des stratifications de la lumière électrique dans les gaz raréfiés, et de diverses formes de l'étincelle électrique.* Septième Note ([1]) de M. C. **Decharme**. (Extrait par l'auteur.)

« Pour imiter, par voie hydrodynamique, les stratifications de la lumière électrique dans les gaz raréfiés, j'emploie un procédé analogue à celui qui m'a servi à imiter le fantôme magnétique d'un courant électrique dans un plan parallèle à sa direction : c'est-à-dire qu'au-dessus de la plaque recouverte d'une couche de minium, on transporte horizontalement, et avec vitesse, un tube plus ou moins large, pendant que l'eau s'en écoule ou qu'on la souffle ; le courant se trouve ainsi projeté, étalé en ligne droite ou courbe sur le dépôt pulvérulent. Les traces qu'il y produit sont souvent conservées avec leurs formes délicates. Pour certains effets, on substitue avec avantage un courant d'air au courant d'eau. En faisant varier les conditions expérimentales, on trouve, parmi les dessins obtenus, des formes analogues à celles des stratifications de la lumière électrique dans les gaz raréfiés à divers degrés.

» Quant aux effets nombreux que produisent les deux modes d'expérimentation, je me contenterai de signaler les principaux résultats relatifs aux imitations hydrodynamiques ; on y reconnaîtra facilement leurs correspondants parmi les effets électriques.

» Les strates sont d'autant plus apparentes que la couche pulvérulente est plus mince ; cependant, à un certain degré de ténuité, les effets disparaissent. Les strates sont d'autant plus nombreuses et serrées que le sillon produit est plus étroit, ou, ce qui revient au même, que le tube employé est d'un diamètre plus petit. Elles sont ordinairement en arcs de cercles déliés ou en zones assez larges, quelquefois en forme de V, comme celles que M. Warren de la Rue a montrées dans ses belles recherches sur la décharge électrique ([2]). On en trouve très fréquemment en gouttelettes séparées, analogues aux strates globulaires que donne la décharge électrique à tra-

---

([1]) *Comptes rendus*, séances des 13 et 20 février ; 6 et 13 mars ; 13 avril et 14 août 1882 ; t. XCIV, p. 440, 527, 643, 722, 1067, et t. XCV, p. 340. — *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXV, p. 554 et 570 (avril 1882).

([2]) *Annales de Chimie et de Physique*, décembre 1881.

vers un tube renfermant de l'acide carbonique à la pression de $0^{mm},5$ (Warren de la Rue, *loc. cit.*).

» Les cercles multiples et relativement très larges qui entourent l'origine de projection de nos figures ne sont pas sans analogie avec les formes auréolaires ou plutôt globulaires qu'affecte la lumière électrique au pôle positif; tandis qu'au pôle négatif on voit une simple et courte aigrette. De même, à l'autre extrémité du sillon pulvérulent, se trouve aussi une espèce d'aigrette en forme de flamme.

» Nos imitations hydrodynamiques des stratifications de la lumière électrique montrent tous les degrés du phénomène : depuis le courant uni, sans strates, jusqu'au courant à gouttes visiblement séparées, en passant par toutes les formes intermédiaires.

» Mon Mémoire comprend, en outre, l'imitation, par voie hydrodynamique, des différentes formes de l'étincelle électrique (ramifiée, sinueuse, en étoile, en chapelet,...) des figures de Lichtenberg, ainsi que des effets de projection d'un fil métallique volatilisé par la décharge électrique [1]. »

THERMOCHIMIE. — *Remarques au sujet de la Communication de M.* Tommasi *sur les relations numériques entre les données thermiques;* par M. F. Le Blanc.

« D'après M. Andrews (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XIV, p. 70, 1845), « lorsqu'une base déplace une autre base dans ses combinai- » sons neutres, la chaleur développée et absorbée est toujours la même, » quel que soit l'élément acide, parce que les bases seront les mêmes ». (*Principe de la substitution des bases.*)

» MM. Favre et Silbermann ont trouvé, de leur côté (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XXXVII, p. 486; 1853), que « la chaleur dégagée » est sensiblement la même quand un métal en remplace un autre, quel que » soit le composé soluble dont il fait partie ». (*Principe de la substitution des métaux.*)

» Ces deux énoncés résultent l'un de l'autre; il suffit d'ajouter à la chaleur mise en jeu dans la substitution des métaux la différence de leur chaleur d'oxydation pour passer de la relation de Favre et Silbermann à la relation d'Andrews.

---

[1] De nombreuses figures comparatives des deux ordres de phénomènes, électrique et hydrodynamique, accompagnent le texte.

» MM. Favre et Silbermann ont donc signalé, il y a trente ans, les différences constantes ou *modules* des métaux et des métalloïdes.

» S'il a été reconnu depuis que ces relations ne sont pas applicables aux sels formés par les acides faibles, aux cyanures, etc., elles n'en conservent pas moins, dans la plupart des cas, un caractère suffisamment approximatif, très intéressant et très pratique. »

ZOOLOGIE. — *Sur un type synthétique d'Annélide* (Anoplonereis Herrmanni), *commensal des* Balanoglossus; par M. ALF. GIARD [1].

« Les riches plages de sable des îles Glénans, notamment celles de l'île du Loch et de l'île Saint-Nicolas, renferment deux belles espèces du genre *Balanoglossus;* sans parler des caractères anatomiques et embryogéniques qui les distinguent, ces deux espèces diffèrent à première vue par la largeur et la couleur de leur région branchio-génitale. L'une est d'un jaune orangé dans le sexe mâle, d'un jaune grisâtre chez la femelle, d'un brun clair chez l'animal immaturé : je l'appellerai *Balanoglossus Robinii.* La seconde espèce, un peu plus grêle que la première et beaucoup moins large dans la région thoracique, présente, dans les deux sexes, une couleur saumonée, plus vive chez la femelle, plus tendre chez le mâle, d'un rose terne chez l'animal asexué : je lui donne le nom de *Balanoglossus salmoneus.*

» Ces deux formes paraissent voisines de *B. aurantiacus,* trouvé par Leydy à Atlantic City, en compagnie de *Solen ensis, Donax fossor* et de diverses Annélides des genres *Clymena* et *Glycera.*

» C'est au milieu d'une faune semblable que vivent les *Balanoglossus* des îles Glénans. Leur abondance est très grande; s'il est difficile de les extraire en entier, à cause de leur grande longueur (un mètre et plus) et de leur extrême fragilité, rien n'est plus facile que de découvrir leur gîte, grâce au tortillon de sable d'une forme particulière qui en couvre l'issue. On peut d'ailleurs les atteindre à toute marée, surtout le *B. salmoneus,* qui remonte plus près du rivage.

» L'extrémité postérieure, voisine du tortillon, est celle qu'on extrait le plus facilement; elle ressemble tout à fait à un intestin de Spatangue rempli de sable fin. L'extrémité antérieure s'obtient plus péniblement : l'animal

---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire maritime de Concarneau, où M. le professeur Robin a bien voulu m'accorder la plus gracieuse hospitalité.

est, dans cette portion du corps, replié plusieurs fois sur lui-même et couvert d'un mucus d'une odeur très spéciale. Les bords latéraux de la région thoracique sont relevés dorsalement en une sorte de tube, au fond duquel on trouve, chez le *B. Robinii* principalement, le parasite que nous allons étudier.

» Un zoologiste tant soit peu exercé n'éprouve aucun doute à rapporter cette Annélide au groupe des Néréides, et cependant on peut dire qu'elle ne présente aucun des caractères essentiels de la famille des Lycoridiens.

» Le corps est cylindrique, légèrement aplati, faiblement atténué à la partie postérieure. La région centrale est parcourue par un sillon médian, qui s'élargit vers l'extrémité céphalique. La longueur est de 40 à 60^{mm}, la largeur de 5 à 9^{mm} (avec les pieds). La couleur est d'un beau jaune orangé, teinté de fauve sur les pieds.

» Le lobe céphalique a la forme d'un rectangle deux fois plus large que long, légèrement échancré antérieurement; les tentacules égalent en longueur le lobe céphalique : *ils sont au nombre de trois;* les palpes, un peu plus courts que les tentacules, sont insérés dans deux petites échancrures latérales. Les yeux sont au nombre de quatre, les deux antérieurs plus gros et en forme de croissants.

» *La trompe est absolument inerme : ni mâchoires, ni paragnathes.* Ouverture buccale quadrangulaire, segment buccal différant peu des suivants; cirres tentaculaires médiocres, insérés assez loin des bords latéraux du lobe céphalique, et peut-être au nombre de six (en deux groupes de trois) de chaque côté.

» Les pieds sont tous semblables : les parapodes composés de deux rames bien distinctes, sensiblement égales. La rame supérieure est pourvue d'*une seule languette* (l'inférieure) et armée de *soies simples capillaires*. La rame inférieure est garnie de deux faisceaux de soies, disposés de part et d'autre d'un prolongement hastiforme. Ces soies sont composées, falciformes, hétérogomphes. L'article terminal va en grandissant des plus inférieures aux plus élevées.

» Le cirre dorsal est beaucoup plus long que le cirre ventral.

» Je forme, pour cette Annélide, le genre *Anoplonereis* et je le dédie à M. Herrmann, naguère sous-directeur du laboratoire de Concarneau, grâce auquel j'ai pu me procurer les matériaux de cette étude.

» L'*Anoplonereis* se rencontre à peu près une fois sur dix *Balanoglossus*. C'est une Néréide sans forme épitoque : elle était à maturité sexuelle au mois de mai. Les mâles m'ont semblé un peu plus communs que les

femelles. Le tégument est assez délicat et se rompt facilement quand on plonge l'animal dans l'alcool absolu.

» Quelle place doit-on donner à l'*Anoplonereis* dans la classification des Néréides? La présence de trois antennes, la forme de la rame supérieure des parapodes, l'existence de soies capillaires simples, l'absence de mâchoires, constituent autant de caractères qui éloignent cette Annélide de tous les autres Lycoridiens. L'absence de la languette supérieure de la rame supérieure existe bien chez les *Ceratocephale* et chez les *Dendronereis;* mais, dans ces deux genres, les soies sont toutes composées, et, de plus, chez les *Dendronereis,* le cirre dorsal est penné.

» La forme des parapodes rapproche l'*Anoplonereis* des Hésionides et particulièrement des *Pordake* et aussi de certains Syllidiens, tels que *Pionosyllis,* qui présentent également des soies simples à la rame supérieure et des soies composées falciformes à la rame inférieure du parapode. L'existence d'une troisième antenne médiane est encore un caractère de Syllidien qu'on retrouve chez les Hésionides et les Polynoés, mais non chez les Néréides.

» L'absence complète d'armature buccale est un fait bien remarquable chez un Lycoridien. On connaissait sans doute des Néréides (*Ceratonereis*) chez lesquelles il n'existe pas de paragnathes à la partie basilaire de la trompe; on savait même que, chez les *Leptonereis* et quelques types voisins, les paragnathes disparaissent entièrement; mais la trompe absolument inerme de l'*Anoplonereis Herrmanni* est un fait jusqu'à présent inconnu dans le groupe des Lycoridiens et en rapport sans doute avec l'existence parasite de l'Annélide étudiée.

» En somme, l'*Anoplonereis* est un type des plus curieux, reliant les Lycoridiens d'une part aux Hésionides et aux Polynoés, d'autre part aux Syllidiens, ces derniers devant être considérés comme les ancêtres de tout le groupe des Néréides (*sensu latiori*), tel que le comprend Ehlers. »

GÉOLOGIE. — *Le gisement quaternaire de Billancourt.* Note de M. **E. Rivière**, présentée par M. A. Gaudry.

« Je demande à l'Académie la permission de lui présenter une Note sur des gisements de fossiles qui sont situés à la porte de Paris, et n'avaient pas encore été signalés jusqu'à présent : je veux parler des nombreuses sablières qui sont en exploitation depuis sept ans sur la commune de Billancourt. Ces sablières sont comprises entre les fortifications à l'est, la

Seine au sud et à l'ouest, l'avenue de Saint-Cloud et le parc des Princes à l'ouest. Pendant sept ans, j'ai suivi constamment les travaux entrepris pour les extractions du sable, fouillant quelquefois par moi-même, mais recommandant surtout aux ouvriers de recueillir avec soin tous les ossements et toutes les dents fossiles qu'ils mettraient à découvert, ainsi que les silex taillés.

» C'est ainsi que je puis aujourd'hui dresser la liste suivante des animaux qui constituent la faune quaternaire de Billancourt :

» *Elephas primigenius.* — Caractérisé par une dent molaire aux lames très serrées, minces et couvertes d'une fine couche d'émail, et par un fragment de défense long de $0^{m}, 07$, par quatre vertèbres et par une grande portion d'os iliaque.

» *Rhinoceros tichorhinus.* — Une mâchoire inférieure du côté gauche pourvue de ses quatre dernières dents molaires. Cette pièce a été trouvée et complètement dégagée par moi, non sans peine, vu sa friabilité, dans une couche de sable fin, dans la carrière Méranger, située à l'angle de la rue de la Plaine et de la rue de Billancourt.

» *Equus.* — Un cheval de taille ordinaire, plusieurs dents molaires, et quelques ossements, parmi lesquels je citerai deux métacarpiens principaux, un métatarsien principal et une seconde phalange.

» *Bos primigenius.* — Une corne presque entière de très grande dimension, ainsi qu'un fragment d'une autre corne; des humérus, des fémurs, deux calcanéums, un astragale, une vertèbre et une côte.

» *Bos.* — Plus petit que le *Primigenius;* un fragment de mâchoire inférieure avec sa dernière molaire.

» *Cervus megaceros.* — Une portion de frontal; côté droit avec une partie de son bois, lequel mesure $0^{m},29$ de circonférence.

» *Cervus tarandus.* — Un bois avec l'andouiller basilaire, trouvé par moi en place dans la carrière de la rue de Sèvres, aux n°s 61 et 63.

» *Cervus elaphus.* — Les pièces qui lui appartiennent sont : humérus, radius, fémur, tibia, vertèbres, bois et dents.

» J'ai recueilli aussi un assez grand nombre de diaphyses fendues et brisées, dont la plupart ont dû être roulées par les eaux.

» En même temps j'ai trouvé de nombreux *Coccinopora globularis,* les uns entièrement perforés, les autres incomplètement, ainsi qu'un petit *Conus* percé et plusieurs échantillons de bois fossiles.

» Quant aux silex, ils sont peu nombreux à Billancourt; malgré le soin que j'ai mis à les chercher, je n'ai trouvé jusqu'à présent que deux pièces authentiques : l'une qui se trouvait dans le même bloc de sable fin que la mâchoire de Rhinocéros ; c'est une pointe analogue à celles auxquelles on a donné le nom de *pointe moustiérienne;* l'autre m'a été remise par un ouvrier de la carrière Méranger. A ces deux silex je dois ajouter trois ou

quatre gros cailloux roulés qui, d'après les érosions qu'ils présentent, me paraissent avoir servi de percuteurs.

» Telles sont les diverses pièces qui proviennent des terrains quaternaires de Billancourt et qui font partie de ma collection. M. Albert Gaudry a bien voulu parcourir récemment avec moi ces terrains; il les considère aussi comme représentant le diluvium des bas niveaux de Grenelle et de Levallois-Perret, dans lequel MM. Martin et Reboux ont trouvé aussi l'*Elephas primigenius*, le *Rhinoceros tichorhinus* et le *Renne*.

» Je dois faire remarquer que les os présentent deux teintes très différentes, selon le milieu où ils se trouvent; parfaitement blancs dans les lits de sable fin un peu supérieurs, ils deviennent d'un brun rougeâtre plus ou moins foncé dès qu'on les rencontre dans les couches envahies par les infiltrations de la Seine.

» J'ajouterai en terminant que, parmi les pièces osseuses plus ou moins nombreuses qui figurent dans les collections du Musée Carnavalet comme provenant des sablières du bassin parisien, il n'en est aucune qui provienne de Billancourt. Toutes ou presque toutes sont originaires soit de Montreuil, et faisaient partie de la collection Belgrand, soit de Levallois-Perret, et ont été données par M. Reboux. De même, parmi les silex, en très grand nombre, qui ont été donnés aussi par cet archéologue, une seule pièce porte l'indication d'origine, *Billancourt* : c'est un simple éclat, long de $0^m,10$ sur $0^m,05$ à $0^m,06$ de large. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Composition chimique de la banane à différents degrés de maturation*. Note de M. **L. Ricciardi.**

« Quoique le fruit du bananier (*Mura sapientum* Lin.) ait été déjà étudié par un grand nombre de savants, entre autres par MM. Boussingault, de Humboldt, Buignet, Goudot, Trécul et Corenwinder, les analyses qu'on en a faites ont donné des résultats fort différents, et l'on n'est pas d'accord sur la transformation des substances qui le composent aux diverses périodes de sa maturation. C'est pourquoi j'ai voulu faire de nouvelles recherches et arriver à la détermination du sucre, dans ses fruits mûris sur la plante même, et dans ceux qui n'arrivent à une complète maturation qu'après avoir été cueillis.

» Mes observations concordent parfaitement avec celles de Buignet; car, dans les premiers, le sucre existe presque en totalité à l'état de sucre de canne, tandis que les seconds ne renferment guère que du sucre interverti.

» Voici mes analyses :

Poids d'un fruit.

	Vert.	Mûr.
Écorce	10,25	5,75
Pulpe	13,12	15,06
	23,37	20,81

Composition de l'écorce des fruits.

	Verts.	Mûrs.
Eau à + 110° C	83,83	69,10
Substances organiques	14,25	29,23
Cendres	1,92	1,67
	100,00	100,00

Composition chimique de la pulpe des fruits.

	Verts.	Mûrs.
Eau à + 110° C	70,92	66,78
Cellulose	0,36	0,17
Amidon	12,06	traces
Substances tanniques	6,53	0,34
» grasses	0,21	0,58
Sucre interverti	0,08	20,07
Sucre de canne	1,34	4,50
Substances protéiques	3,04	4,92
Cendres	1,04	0,95
Autres substances par différence	4,42	1,69
	100,00	100,00

Composition des cendres du fruit, privées de carbone et d'anhydride carbonique.

Anhydride silicique	5,77
Anhydride sulfurique	3,06
Anhydride phosphorique	23,18
Chlorure	traces
Oxyde de fer	traces
Oxyde de calcium	6,13
Oxyde de magnésium	9,79
Oxyde de sodium	6,79
Oxyde de potassium	45,23
	99,95

» Il en résulte : 1° que la banane verte contient une quantité notable d'amidon, environ $\frac{1}{8}$ de son poids; 2° que cette substance disparaît dans le fruit mûr ; 3° que le sucre formé dans les fruits mûris sur la plante est

presque en totalité du sucre de canne; 4° que celui des fruits cueillis et mûris à l'air est, pour les $\frac{4}{5}$, du sucre interverti, et pour l'autre cinquième du sucre de canne; 5° enfin que les substances tanniques et les acides organiques des fruits verts disparaissent dans les fruits mûrs.

» En continuant mes recherches, je laissai deux fruits sur la grappe jusqu'à ce que l'écorce fût devenue presque noire, puis j'en enlevai la pulpe, et, après l'avoir écrasée dans l'eau, je la mis dans l'appareil de Salleron qui sert ordinairement à la détermination de l'alcool des vins. Je distillai environ les $\frac{2}{3}$ du liquide (60^{cc}), que je traitai de diverses manières, sans oublier la réaction de Lieben, mais je ne pus constater la présence de l'alcool éthylique.

» J'en conclus que l'acide carbonique produit par la banane, dans la troisième période de sa maturation, ne provient pas d'une fermentation alcoolique; mais, contrairement à l'assertion de M. Chatin, je crois, avec M. Cahours, qu'on ne peut non plus l'attribuer à la destruction des matières tanniques, puisque ces substances ont presque entièrement disparu dans les fruits mûrs.

» Les phénomènes qui se produisent, dans le passage du fruit vert à la maturation, sont donc très complexes; il serait nécessaire de faire des études histologiques sur les divers états du fruit, pour savoir si le développement d'acide carbonique est dû à des altérations qui se produisent dans les tissus à leur troisième période. Provisoirement, nous devons admettre, avec Liebig, que cet effet provient d'un véritable phénomène d'érémacausie (¹). »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Des modifications subies par la structure épidermique des feuilles sous diverses influences.* Note de M. E. **Mer**, présentée par M. Duchartre.

« Dans une Note précédente (²), j'ai cité plusieurs faits qui me paraissaient montrer que l'apparition des stomates et des poils dépend en partie de la nutrition. Voici quelques nouveaux exemples qui confirment cette manière de voir.

» L'épiderme des feuilles subit, dans les régions envahies par les galles, des modifications diverses. Ainsi, dans les tumeurs assez fréquentes sur les

(¹) *Annales de Chimie et de Physique*, 2ᵉ série, t. LXXI, p. 163.

(²) *Comptes rendus*, t. XCIV, p. 175-178.

feuilles de Vigne, qui offrent un épais feutrage de poils blancs à la face inférieure, parfois aussi à la face supérieure, les cellules épidermiques de cette dernière sont plus volumineuses et renferment qnelques stomates dont le tissu normal est complètement dépourvu. Dans le pétiole de la feuille de Peuplier d'Italie, l'épiderme constitué par des cellules minces et allongées n'a pas de stomates. Mais, au niveau des galles bien connues dans cet organe, les cellules épidermiques sont pavimenteuses, à parois épaisses. Outre des poils courts à formes variées, on y voit quelques stomates volumineux, entourés de cellules plus petites, renfermant des granules amylacés et azotés en bien plus grand nombre que dans les autres cellules épidermiques. Ces stomates se voient à l'œil nu comme des points blancs. Là où ces galles sont moins développées, les stomates sont plus nombreux, mais plus petits, et les poils plus abondants. Plusieurs de ces derniers sont en écusson, traversés parfois par une fente mince et entourés de petites cellules présentant l'aspect de stomates rudimentaires, ce qui établit une analogie d'origine entre ces deux sortes d'éléments.

» L'irritation causée par les Acariens sur les feuilles de Vigne et de Peuplier fait développer des stomates sur des organes qui en sont normalement dépourvus; mais le résultat inverse peut être atteint par une cause analogue. Ainsi la feuille du *Ribes nigrum* est souvent attaquée à la face inférieure par des pucerons qui y produisent des cloques. Là l'épiderme supérieur est formé de cellules, non plus sinueuses comme dans le tissu sain, mais polyédriques, plus volumineuses et à parois plus épaisses. Les cellules de l'épiderme inférieur sont également moins sinueuses, plus grandes et renferment moins de stomates; en revanche, les poils y sont nombreux. Il n'est pas rare de rencontrer sur les limbes des feuilles de Saule des galles formant saillie aux deux faces. A la face supérieure, les cellules épidermiques sont grandes et renferment de gros globules oléagineux. Les stomates y font défaut, tandis qu'ils existent assez abondamment dans le tissu normal. Sur les bords de la galle on remarque, au contraire, des stomates plus nombreux et plus volumineux que dans le tissu sain. On les aperçoit à l'œil nu, sous forme de granulations blanches. Ici donc, suivant l'intensité de l'irritation, les résultats sont différents.

» En général, les feuilles exposées au soleil ont des cellules épidermiques à contours moins sinueux, parfois plus grandes et à parois plus épaisses, une cuticule plus forte et plus ridée que les feuilles situées à l'ombre. Ces différences, dans certaines espèces, sont plus grandes encore. Ainsi la feuille insolée du Charme possède à la face inférieure plus de

stomates que la feuille ombragée. Dans le Peuplier d'Italie les stomates et les cellules environnantes renferment des granules azotés et amylacés en plus grande quantité au soleil qu'à l'ombre. Dans le Lilas commun les stomates de la face supérieure sont plus nombreux au soleil. Il en est de même pour la face inférieure des feuilles de Seringa. Enfin, dans le Lilas Varin, les feuilles situées à l'extérieur d'un massif possèdent des stomates à la face supérieure, tandis qu'il n'y en a pas dans les feuilles situées à l'intérieur. Toutefois, même dans cette situation, il s'en trouve assez souvent dans les feuilles exiguës situées, soit à la base des rameaux, soit sur des branches peu développées. L'épiderme et le parenchyme y atteignent alors une plus grande épaisseur; on y voit des poils en écusson, souvent traversés par une fente plus ou moins nette. Ces petites feuilles renferment toujours beaucoup d'amidon. Elles sont parfois frappées d'arrêt de développement à l'extrémité du limbe, qui se trouve ainsi terminé par une languette. La partie avortée renferme plus de stomates et de poils que l'autre partie. L'amidon y est aussi plus abondant.

» Dans la Note précitée ([1]), je considère l'apparition des stomates sur les feuilles des *Potamogeton rufescens* et *natans* développées à l'air comme provenant de l'accumulation des matières nutritives due au ralentissement de la croissance. C'est à la même cause que j'étais arrivé à attribuer le développement des poils radicaux dans l'air humide ([2]). Une explication semblable me paraît devoir être invoquée pour les faits que je viens de signaler. De l'irritation produite par les Acariens résulte un appel de matières nutritives que prouve suffisamment l'hypertrophie de tous les éléments dans ces régions. Or les stomates, de même que les poils, doivent leur naissance à des foyers de multiplication cellulaire.

» On conçoit donc que l'apparition de ces organes soit favorisée par toute accumulation de matières nutritives, ainsi que cela a lieu dans les galles. C'est ce qui explique pourquoi des stomates apparaissent sur les galles de la Vigne et du Peuplier d'Italie; pourquoi ils sont parfois plus nombreux sur les feuilles au Soleil qu'à l'ombre, où la nutrition est moins active. C'est ce qui explique enfin pourquoi on les rencontre, même à l'ombre, dans les feuilles exiguës de Lilas Varin, ainsi que dans les régions avortées de leur limbe. Mais comment concevoir qu'ils disparaissent ou deviennent plus rares dans d'autres galles (Poirier, *Ribes nigrum*, Saule)? On peut admettre

([1]) Voir *loc. cit.*
([2]) *Comptes rendus*, t. LXXXVIII, 1879.

que dans celles-ci les matières nutritives ne se sont pas trouvées accumulées comme dans les précédentes et ont servi en totalité au développement des tissus. L'examen des bords de la galle des Saules est instructif à cet égard. Les tissus de cette région étant entravés dans leur croissance, par suite de leur adhérence avec les parties saines, il s'y produit un amas de nourriture qui donne naissance à de nombreux stomates. Ceux-ci manquent, au contraire, dans la partie centrale, où les tissus ont pu se développer plus librement.

» En voyant les stomates apparaître ou disparaître, de même que les poils, sous l'influence de simples conditions de nutrition, on est tenté de ne pas leur attribuer toute l'importance qui leur est accordée généralement, au point de vue des échanges entre le parenchyme de la feuille et le milieu ambiant. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Observations sur un tremblement de terre ressenti à Couchey (Côte-d'Or)*; par M. J. GUILLEMOT.

« Dans la nuit du 13 au 14 août, à $4^h 25^m$ du matin, heure du village, soit environ $4^h 13^m$ de Paris, un coup unique, sourd, a été immédiatement suivi d'une oscillation du Sud-Sud-Est au Nord-Nord-Ouest, laquelle a eu une durée d'une demi-seconde. La charpente du pavillon que j'habite a craqué, comme si elle était disjointe. Je n'ai pas trouvé de lézardes dans les murs de la maison.

» L'oscillation et le bruit sourd qui l'a précédée se sont manifestés dans les communes de Grouy-Chambertin, Brochon, Fixin, Couchey, Marsannay-la-Côte, Chenôve et Dijon Nord-Nord-Ouest, soit sur une longueur de 14^{km}. Mes renseignements ne vont pas au delà. Le baromètre n'avait pas bougé depuis la veille; les animaux domestiques n'ont témoigné, ni avant, ni après le phénomène, la moindre inquiétude.

» Ce tremblement de terre est le troisième qui, depuis trois ans, se manifeste presque à la même époque et dans des conditions identiques. Toutefois, cette dernière oscillation m'a paru plus accentuée que les deux premières. »

M. E. VIARD adresse une Note relative à un essai de nouvelle nomenclature chimique.

La séance est levée à 3 heures trois quarts. J. B.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 AOUT 1882.

PRÉSIDENCE DE M. WURTZ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Mouchez**, en présentant à l'Académie le Volume des *Annales de l'Observatoire de Paris* qui contient les Observations de 1873, fait remarquer que la publication de ce Volume achève de combler la lacune de six années (1868-1873) qui existait dans ces *Annales*.

Le travail de correction et de réimpression de ces six Volumes a exigé, pendant trois ans, un travail supplémentaire assez considérable au Bureau des calculs, et a occasionné dans les publications courantes un léger retard qui disparaîtra prochainement.

M. **Mouchez** communique à l'Académie l'allocution suivante, qu'il a prononcée, le 20 août, à l'inauguration de la statue élevée à Fermat, dans la ville de Beaumont-de-Lomagne (Tarn-et-Garonne) :

« Messieurs,

» L'Académie, toujours soucieuse de conserver le souvenir des gloires scientifiques de la France, ne pouvait laisser échapper cette occasion de

manifester son vif intérêt pour la belle cérémonie qui nous réunit aujourd'hui à Beaumont, et par laquelle vous voulez transmettre à la postérité l'image de Fermat, votre illustre concitoyen, et l'honneur de la Science française au XVIIe siècle.

» Permettez-moi, cependant, de vous exprimer le regret que, au dernier moment, les circonstances n'aient pas permis à l'un de nos savants géomètres de l'Institut de venir vous faire entendre ici une parole plus autorisée que la mienne, et plus digne de l'homme de génie que nous voulons honorer ; mais, si ma voix est impuissante à lui rendre un juste hommage, je n'ai eu heureusement qu'à consulter nos plus grands géomètres et l'histoire de la Science, pour suppléer à cette insuffisance et vous montrer que les savants les plus illustres des deux derniers siècles se sont inclinés devant le génie de Fermat. C'est à leur témoignage que je vais faire appel.

» Si le nom de Fermat brille depuis longtemps d'un si vif éclat dans la Science, une modestie plus rare encore que ses talents, car on n'en citerait pas un deuxième exemple, a cependant tenté, sans y réussir, de le dérober à la gloire.

» Fermat, pendant sa vie, n'a rien publié, n'a rien écrit pour le public, invitant jusqu'au dernier jour les confidents et les admirateurs de son génie à garder pour eux seuls les trésors d'invention et de sagacité semés sans prétention dans sa correspondance.

» De plus, d'une découverte rapidement écrite dans une lettre, il ne gardait ni brouillon, ni copie. Mais ces découvertes avaient une trop haute portée scientifique pour ne pas attirer l'attention du monde savant sur leur auteur. Arracher à Pascal des cris d'admiration; ramener, à force de candeur, de modestie vraie et de génie, l'esprit dominateur et orgueilleux de Descartes, n'était-ce pas, messieurs, un assez beau triomphe? et celui dont l'impassible modestie reçut de tels assauts, sans en être ébranlé, serait-il sensible à l'humble hommage que nous venons lui rendre?

» Laissons parler maintenant les plus grands juges :

» Pascal, l'auteur du *Traité de la Roulette*, l'inventeur du *Calcul des Probabilités*, lui écrivait un jour : « Cherchez ailleurs qui vous suive dans » vos inventions numériques; pour moi, je vous confesse que cela me » passe de bien loin; je ne suis capable que de les admirer. »

» Le témoignage arraché à Descartes comme par regret, et par respect pour la vérité, semble plus glorieux encore pour ces deux grands génies, si dignes de se comprendre et de s'estimer; en parlant à Mersenne

d'objections faites par Fermat, qu'il ne connaissait pas bien encore, Descartes écrivait un jour avec dédain : « Comme il y en a qui refusent de se » battre en duel contre ceux qui ne sont pas de leur qualité, je pense avoir » quelque droit à ne pas m'arrêter à lui répondre. »

» Mais Fermat, sans insister, se contente d'avoir raison et de le prouver d'une manière irréfutable; juge irréprochable quand il voulait bien être attentif, Descartes daigne alors lui écrire : « Je pense être obligé de vous » avouer franchement que je n'ai jamais connu personne qui m'ait fait » paraître qu'il sût autant que vous en Géométrie. »

» Aux témoignages de Pascal et de Descartes, il est impossible d'en joindre de plus hauts; Fermat, cependant, a cette bonne fortune que nous pouvons trouver à la même hauteur plus d'une citation aussi glorieuse.

» D'Alembert a écrit : « On doit à Fermat la première invention du » Calcul aux quantités différentielles pour les tangentes; la géométrie » nouvelle n'est que cette méthode généralisée. »

« On peut regarder Fermat, a dit Lagrange, comme le premier inventeur » des nouveaux calculs. »

» Laplace, l'immortel auteur de la *Mécanique céleste*, écrivait à peu près dans les mêmes termes : « On doit regarder Fermat comme le vé» ritable inventeur du Calcul différentiel. »

» Cauchy enfin a dit que Fermat a été un des plus grands génies qui ait illustré la France.

» Il paraît inutile de poursuivre ces citations. La caution doit sembler suffisante. Fermat, croyez-en de si grands juges, fut donc un incomparable géomètre.

» Mais ne fut-il que cela? Non, messieurs. Comme magistrat et comme jurisconsulte, Fermat fut une des gloires du Parlement de Toulouse. Cependant il ne permit jamais à ses profondes méditations, à la rédaction de ses plus brillants résultats, d'usurper une seule heure sur ses travaux de magistrat; il savait sacrifier le plaisir au devoir.

» Ce n'est pas tout encore; Fermat, élevé dans cette petite ville de Beaumont, y avait reçu la forte et saine éducation que les plus louables, les plus persévérants efforts ont grand'peine à donner aujourd'hui aux jeunes gens les mieux doués dans nos cités les plus florissantes.

» Les langues anciennes lui étaient familières, et, non content de lire les textes les plus obscurs en les éclairant de sa vive intelligence, son esprit judicieux et inventif restituait avec vraisemblance plus d'une page perdue d'un savant de l'antiquité.

» Les poésies de Fermat étaient admirées dans une ville où des récompenses enviées, décernées en tout temps par de bons juges, ont été depuis des siècles et sont encore aujourd'hui glorieusement méritées. Ce n'est pas en français seulement, mais en latin, en grec, en espagnol, en italien, que Fermat s'était fait une réputation de poète. Aussi modeste pour ses vers que pour ses beaux théorèmes, mais malheureusement mieux obéi, il n'a laissé parvenir jusqu'à nous aucune de ses œuvres poétiques.

» Les écrits scientifiques de Fermat, recueillis par la piété de son fils, sont devenus depuis longtemps aussi rares que précieux. La France, attentive à toutes ses gloires, doit prochainement donner au monde savant une édition enrichie de documents nombreux, lentement recueillis par les admirateurs de son génie.

» Au témoignage des grands hommes qui ont salué Fermat comme un maître, se joindra celui des lecteurs formés chaque jour dans nos grandes écoles qui, voulant et sachant juger par eux-mêmes, n'auront à consulter, pour admirer Fermat, ni Pascal, ni Descartes, ni d'Alembert, ni Lagrange, ni Laplace, mais Fermat lui-même, dans sa force et sa concision ; plus d'un peut-être, comme l'illustre Cauchy, il y a un demi-siècle, marquera ses premiers pas dans une carrière glorieuse en s'essayant sur l'une de ces énigmes du génie, léguées par Pierre Fermat à la curiosité des siècles à venir.

» Maintenant, Messieurs, permettez-moi de finir en vous félicitant vivement de l'excellente et patriotique pensée que vous avez eue, en élevant ce monument à la mémoire de votre illustre concitoyen. La France, plus que jamais, depuis qu'elle a subi une atteinte momentanée dans sa puissance matérielle, doit revendiquer hautement la gloire de ses grands hommes qui, au point de vue intellectuel, scientifique et moral, l'ont toujours maintenue et la maintiendront toujours dans la voie des progrès de l'humanité, à la tête de toutes les nations du monde. »

ASTRONOMIE. — *Observations méridiennes des petites planètes et de la comète de Wells, faites à l'Observatoire de Paris pendant le deuxième trimestre de l'année* 1882. Communiquées par M. **Mouchez.**

Dates. 1882.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
		(209) Dido.			
	h m s	h m s		° ′ ″	
Avril 7....	9.46.44	10.50.56,63	»	80.44.30,0	»
8....	9.42.20	10.50.28,75	»	80.44. 5,8	»
		(198) Ampella.			
Avril 7....	10.23. 3	11.27.21,96	»	101.16.41,4	»
8....	10.18.25	11.26.39,50	»	101. 9.47,8	»
		(202) Chryseïs.			
Avril 7....	10.37.54	11.42.14,83	»	78.27. 7,3	»
8....	10.33.26	11.41.42,40	»	78.23.12,0	»
19....	9.45.23	11.36.54,42	»	77.52.22,9	»
20....	9.41. 8	11.36.34,89	»	77.50.34,6	»
26....	9.16. 3	11.35. 5,22	»	77.44.31,1	»
		(113) Amalthée.			
Avril 7....	10.41.15	11.45.36,09	»	79.56.38,3	»
8....	10.36.39	11.44.56,78	»	79.52.46,3	»
19....	9.47.50	11.39.21,84	»	79.26.39,2	»
20....	9.43.34	11.39. 1,27	»	79.25.47,3	»
		(104) Clymène.			
			s		″
Avril 7....	11. 0.40	12. 5. 4,32	−15,14	»	»
8....	10.56. 4	12. 4.24,34	−15,30	87.45.29,7	−102,0
		(200) Dynamène.			
Avril 7....	11.28.37	12.33. 6,71	+14,80	102. 2. 3,3	+118,1
8....	11.23.51	12.32.15,90	»	101.57.39,9	»
		(77) Frigga.			
Avril 19....	11.16.52	13. 8.37,61	− 2,13	98.43.15,6	−13,0
21....	11. 7.22	13. 6.59,76	− 2,18	98.34.28,2	−15,3

Dates. 1882.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
		(135) HERTHA.			
	h m s	h m s	s	° ′ ″	″
Avril 19....	11.38.53	13.30.42,33	»	102.19.17,1	»
20....	11.33.58	13.29.43,33	»	102.14.15,4	»
21....	11.29. 3	13.28.44,30	»	102. 9.21,1	»
		(49) PALÈS (1).			
Avril 20....	11. 8.55	13. 4.36,60	— 0,34	101.29. 3,2	+51,8
		(28) BELLONE.			
Avril 21....	11.27. 9	13.26.50,14	»	85.22.53,4	»
Mai 8....	10. 9.35	13.16. 4,31	»	84.28.43,9	»
12....	9.52. 3	13.14.15,70	»	84.24.35,3	»
13....	9.47.43	13.13.51,90	»	84.24.11,2	»
15....	9.39. 7	13.13. 7,27	»	84.23.54,9	»
16....	9.34.51	13.12.47,02	»	84.24. 9,4 (2)	»
17....	9.30.36	13.12.28,34	»	84.24.23,6	»
19....	9.22.11	13.11.54,43	»	84.25.45,1	»
23....	9. 5.36	13.11. 2,96	»	84.30.46,9	»
25....	8.57.32	13.10.51,18	»	84.36.12,8	»
		(158) CORONIS.			
Mai 6....	10.42.55	13.41.37,20	»	102. 1.28,7	»
15....	10. 1.41	13.35.44,98	»	101.25.58,1	»
16....	9.57.10	13.35. 9,62	»	101.21.40,9	»
		(140) SIWA.			
Mai 6....	11.44.11	14.42.53,32	»	100.45.17,1	»
13....	11.10.19	14.36.41,48	»	100.21.53,0	»
15....	11. 0.45	14.34.58,43	»	100.15.53,2	»
16....	10.55.58	14.34. 7,83	»	100.12.59,0	»
19....	10.41.44	14.31.41,17	»	100. 5. 6,3	»
23....	10.22.58	14.28.38,26	»	99.55.55,2	»
24....	10.18.19	14.27.55,19	»	99.53.55,6	»
25....	10.13.42	14.27.13,28	»	99.52. 3,7	»
26....	10. 9. 5	14.26.32,52	»	99.50.21,8	»

(1) On n'a pu s'assurer si l'astre observé était bien la planète.
(2) Observation douteuse, surtout en distance polaire.

Dates. 1882.		Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
			(203) Pompeïa.			
		h m s	h m s		° ′ ″	
Mai	12....	10.58. 9	14.20.33,01	»	108.14.28,5	»
	13....	10.53.25	14.19.44,00	»	108.10.43,0	»
	19....	10.25.13	14.15. 6,80	»	107.48. 7,7	»
	23....	10. 6.44	14.12.21,50	»	107.33.38,7	»
			(33) Polymnie.			
Mai	13....	10.27.56	13.54.11,63	— 1,89	103. 9.17,0	—15,2
	15....	10.18.34	13.52.40,78	— 1,61	103. 1.30,2	—15,4
	16....	10.13.54	13.51.56,69	— 1,39	102.57.43,2	—13,9
	19....	9.59.58	13.49.48,44	»	102.46.41,5	»
			(205) Martha.			
Mai	13....	11.25.36	14.52. 0,97	»	101.59. 0,6	»
	15....	11.16.12	14.50.27,92	»	101.45.38,6	»
	16....	11.11.30	14.49.41,80	»	101.39.13,1	»
	17....	11. 6.49	14.48.56,98	»	101.32.45,5	»
	19....	10.57.29	14.47.28,48	»	101.20. 9,6	»
	23....	10.38.56	14.44.39,11	»	100.56.16,1	»
			(204) Callisto.			
Mai	19....	9. 9.12	12.58.53,31	»	94.31. 7,7	»
			(8) Flore.			
Juin	5....	11.35.46	16.33. 3,69	+ 9,60	105.34.28,9	+39,9
	6....	11.30.55	16.31.57,48	+ 9,51	105.34.17,0	+39,9
	7....	11.25.53	16.30.51,68	+ 9,50	105.34. 8,2	+39,5
	10....	11.10.51	16.27.36,70	+ 9,34	»	»
	15....	10.46. 1	16.22.25,14	+ 9,33	105.35.23,1	+40,6
	16....	10.41. 5	16.21.25,33	+ 9,18	105.35.52,3	+41,5
	17....	10.36.11	16.20.26,79	+ 9,24	105.36.23,3	+39,6
	19....	10.26.25	16.18.32,87	+ 9,15	105.37.43,2	+39,8
	27....	9.48.16	16.11.50,17	»	105.46.15,6	»
			(19) Fortuna.			
Juin	15....	11.57.39	17.34.14,93	+18,42	»	»
	16....	11.52.41	17.33.12,69	+18,46	111.17.13,8	+ 5,4
	17....	11.47.43	17.32.10,39	+18,42	111.16.12,2	+ 6,6
	20....	11.32.49	17.29. 4,30	+18,29	111.12.58,9	+ 2,4
	27....	10.58.19	17.22. 4,41	+18,15	111. 5.44,2	+ 3,6

Dates. 1881.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
		(24) **Themis.**			
	h m s	h m s	s	° ′ ″	″
Juin 20....	11.53.24	17.49.42,67	+ 0,03	114.21.13,1	— 1,9
21....	11.48.38	17.48.51,76	+ 0,05	114.21. 5,0	— 2,7
27....	11.20. 3	17.43.51,46	— 0,09	114.19.54,9	— 0,0

Comète de Wells.

Dates. 1882.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Distance polaire.	Observateurs.
	h m s	h m s	° ′ ″	
Mai 12...	8.52. 4	0.14. 7,37	15.32.36,1	Renan.
13...	9.13.19	0.39.22,24	15.53.40,7	Renan.
13*...	9.13.19	»	15.53.42,6	Esmiol.
13**..	9.13.19	0.39.22,30	»	Callandreau.
14*...	9.33.28	»	16.25.37,8	Esmiol.
14**..	9.33.28	1. 3.31,08	16.25.42,5	Callandreau.
15...	9.52. 8	1.26.10,08	17. 7.55,8	Renan.
15*...	9.52. 8	1.26.10,48	17. 7.56,1	Folain-Pauliano.
15**..	9.52. 8	»	17. 7.56,9	Amaury.
16...	10. 9. 4	1.47. 5,47	17.59.29,7	Renan.
16*...	10. 9. 3	1.47. 4,77	17.59.27,1	Folain-Esmiol.
16**..	10. 9. 4	1.47. 5,42	17.59.29,3	Callandreau.
17...	10.24. 9	2. 6. 9,99	18.59.28,6	Renan.
17*...	10.24. 9	2. 6. 9,30	18.59.21,7	Obrecht-Esmiol.
17**..	10.24. 9	2. 6. 9,68	18.59.25,6	Callandreau.
19...	10.48.56	2.38.54,30	21.20.24,4	Renan.
19*...	10.48.56	2.38.53,92	21.20.18,8	Folain-Esmiol.
21*...	11. 7.21	3. 5.15,61	24. 4. 2,5	Folain-Pauliano.
21**..	11. 7.20	3. 5.14,50	24. 4. 5,3	Amaury.
23...	11.20.35	3.26.24,87	27. 5.17,1	Renan.
23*...	11.20.34	3.26.23,79	27. 5.16,8	Folain-Esmiol.
23**..	11.20.35	3.26.24.38	27. 5.19,2	Callandreau.
24...	11.25.38	3.35.24,50	28.41.21,4	Renan.
24*...	11.25.38	3.35.24,44	28.41.19,2	Folain-Esmiol.
24**..	11.25.37	3.35.23,82	28.41.20,8	Amaury.
25...	11.29.47	3.43.30,96	30.20.35,9	Renan.
25*...	11.29.46	3.43.30,32	30.20.36,0	Obrecht-Pauliano.
25**..	11.29.46	3.43.30,50	20.20.37,7	S. Bigourdan.
26...	11.33. 9	3.50.50,41	32. 2.52,8	Renan.
26*...	11.33. 9	3.50.50,80	32. 2.45,8	Folain-Esmiol.
27...	11.35.51	3.57.29,18	33.47.56,9	Renan.
27*...	11.35.51	3.57.29,04	33.47.55,8	Obrecht-Esmiol.
27**..	11.35.51	3.57.29,05	33.47.57,8	S. Bigourdan.

» La comparaison de (200) Dynamène se rapporte à la circulaire n° **177** du *Berliner Jahrbuch;* celle de (77) Frigga, à la circulaire n° **179**, et celles des autres planètes aux éphémérides du *Berliner Jahrbuch*.

» Les observations (*) ont été faites aux instruments de Gambey, et les observations (**) au Cercle méridien du jardin; toutes les autres ont été faites au grand Cercle méridien.

» Les petites planètes ont été observées par M. Renan.

» Les distances polaires de la comète sont, comme celles des planètes, corrigées de la parallaxe. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur l'inclinaison de l'aiguille aimantée.* Note de M. D'ABBADIE.

« Les dimensions les plus convenables des instruments d'observation ne peuvent être déterminées que par l'expérience. Lorsqu'il s'agit de mesurer des angles, on croit d'abord améliorer en agrandissant les cercles, afin d'en mieux apercevoir les plus petites sous-divisions. C'est ce qui est arrivé pour les instruments destinés à l'étude du magnétisme terrestre; Gauss donna une grandeur énorme à son barreau de déclinaison. Une réaction s'ensuivit : elle est due à Lloyd qui, en fondant à Dublin un observatoire magnétique, amoindrit beaucoup les dimensions de ses appareils.

» Il était utile de les diminuer encore dans l'intérêt des voyageurs qui devront tôt ou tard couvrir d'un réseau d'observations toute l'étendue de nos continents. Une triste expérience personnelle nous a appris que, dans l'Afrique équatoriale, où les transports se font à dos d'homme, les gros instruments sont au moins gênants. C'est donc un vrai service rendu à la Science que d'avoir réduit à $0^{m},060$ la longueur de l'aiguille d'inclinaison. On doit ce progrès à M. le capitaine Evans, hydrographe en chef de l'Amirauté anglaise. Le P. Perry, directeur de l'Observatoire magnétique de Stonyhurst nous ayant appris que les résultats d'un instrument aussi petit étaient comparables à ceux des appareils ordinaires où l'aiguille a $0^{m},25$, nous nous adressâmes à MM. Brunner, artistes français bien connus pour l'excellence de leurs travaux. Tout en substituant le laiton à l'ivoire et à l'ébonite préférés en Angleterre pour leur légèreté, mais sujets à se fendre dans les contrées chaudes, ces artistes ont introduit une méthode nouvelle pour la lecture des degrés d'inclinaison. L'alidade à vernier qui parcourt

le cercle porte deux miroirs où l'on voit dans une position renversée les pointes de l'aiguille aimantée, et l'observation consiste à les amener dans la prolongation de leurs images. On évite ainsi les heurts de ces pointes contre le limbe; ils sont inséparables de l'ancienne méthode d'observation, et tendent, en déformant l'aiguille, à vicier ses indications.

» Malgré la difficulté qu'on éprouve à fractionner les divisions d'un tout petit cercle, on pouvait prévoir que dans une aiguille très courte le moment magnétique doit croître en importance par rapport à la force d'inertie. Notre confrère Sir George Airy s'était préoccupé de cette question, et depuis l'an 1868 il a publié les inclinaisons magnétiques obtenues par trois aiguilles de longueurs différentes. La plus courte a toujours donné l'inclinaison la plus forte. C'est ce qu'on voit par le résumé suivant, qui présente par chaque année la différence des inclinaisons accusées par les aiguilles de $0^m,229$ et $0^m,076$.

1869	3'. 7"
1870	3.50
1871	2.32
1872	2. 4
1873	3.20
1874	3.25
1875	3. 1
1876	2.29
1877	2.29
1878	1.54
1879	1.49
1880	1.42
1881	1. 8

» Bien que cette différence tende à diminuer, elle paraît tenir à la grandeur de l'aiguille, car celle de $0^m,152$ donne un résultat intermédiaire à ceux des deux autres.

» La nouvelle boussole d'inclinaison de MM. Brunner est renfermée dans une boîte haute de $0^m,18$ et large de $0^m,14$. Elle a une aiguille longue de $0^m,063$ seulement. Ses cercles ont la division décimale, ce qui abrège des calculs où l'on prend surtout des moyennes. La petitesse de l'instrument inspirant néanmoins des craintes sur l'exactitude de ses indications, il était intéressant de les comparer à celles d'une boussole ordinaire dont les

aiguilles sont quatre fois plus longues. Voici quelques résultats obtenus depuis le mois de mai dernier :

Dates.	Inclinaison.	Observateurs.
	G	
1. Mai 19..................	72,64	D'Abbadie.
2. » ».................	72,66	De Bernardières.
3. Juin 16................	72,62	Mascart.
4. » 26, matin..........	72,69	De Bernardières.
5. » » soir..........	72,68	»
6. » 27, matin..........	72,69	»
7. » » soir...........	72,70	»
8. » ».................	72,65	D'Abbadie.
9. » 29.................	72,69	Mascart.

» Une boussole de Gambey, dont l'aiguille a $0^m,246$, était employée par M. le lieutenant de vaisseau de Bernardières, qui a une grande habitude des observations magnétiques. Pour la comparaison, ses résultats sont transcrits ici en angles décimaux. Les quatre autres inclinaisons sont données par l'aiguille de $0^m,063$. Celles du 19 mai ont été prises à Montsouris et simultanément; toutes les autres ont été mesurées dans l'observatoire de M. Renou, au parc Saint-Maur. On voit que, sauf dans l'inclinaison trouvée le 16 juin, où l'observateur maniait pour la première fois un instrument nouveau pour lui, les différences entre les indications de la grande et de la petite aiguille rentrent dans les 4' ou 2' admises par l'expérience comme limites d'exactitude pour la détermination de l'inclinaison magnétique.

» Dans ces résultats, on ne voit aucune trace des variations signalées à Greenwich, et qui sont bien constatées, car elles proviennent d'un grand nombre d'observations. »

CHIMIE. — *Communication à propos du phosphore noir.* Note de M. **P. Thenard.**

« L'existence du phosphore noir est contestée par beaucoup de chimistes : pour eux, c'est un mélange de phosphore ordinaire avec des traces d'un phosphure métallique, qui donne la couleur.

» Or, sans nier qu'en beaucoup de circonstances il en soit ainsi, une expérience récente ne nous permet pas de généraliser cette opinion.

» Il y a un mois environ, pour les besoins d'une opération, nous moulions du phosphore à la manière ordinaire, et déjà nous avions obtenu

une douzaine de baguettes environ, qui toutes avaient la teinte ordinaire, quand tout à coup la treizième noircit subitement au moment de la congélation; le même fait se reproduisit encore dans le cours de la préparation, mais partiellement : sur 3 à 4 centimètres par le bas, la baguette, qui avait 20 centimètres environ, devint subitement noire comme la première fois, mais en prenant un ton encore plus foncé, tandis que le reste ne changea pas de teinte.

» Si l'Académie daigne examiner ces deux bâtons de phosphore, elle verra qu'ils sont teintés dans toute la masse.

» Déjà nous nous sommes entretenu avec MM. Quet et Pictet de ce hasard, qui se reproduit pour la seconde fois et à plus de quarante ans de distance dans notre vie de chimiste; tout en parlant des singularités que présente le phosphore, nous sommes convenu avec M. Pictet d'essayer si du phosphore surfusionné jusqu'à 10° sous glace ne noircirait pas au contact du phosphore noir [1]. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Séparation du gallium* [2]. Note de M. **Lecoq de Boisbaudran.**

« *Séparation d'avec l'indium.* — Le cyanoferrure d'indium étant relativement assez soluble (surtout à la température de 60° à 70°) dans une liqueur chlorhydrique contenant $\frac{1}{3}$ à $\frac{1}{2}$ de HCl concentré, on pourrait se servir du prussiate jaune de potasse pour extraire des quantités modérées d'indium mêlées à beaucoup de gallium. Cependant, le cyanoferrure de gallium retient des traces sensibles d'indium, et l'opération aurait besoin d'être

(1) Après la séance, et avant de rédiger cette Note, l'auteur a tenté, du reste assez brutalement, l'expérience qu'il doit faire avec M. Pictet, et la première baguette sur laquelle il a opéré lui a donné le résultat espéré, même avec du phosphore blanc. Mais l'expérience a échoué sur plus de vingt autres baguettes, essayées dans les mêmes conditions que la première.

Quant à l'échantillon noir, ou plutôt gris foncé, qu'il a présenté à l'Académie, il redevient blanc quand on le fond et reste blanc si on le refroidit subitement; mais, si l'on ménage la surfusion, il redevient noir, comme précédemment, au contact du phosphore blanc ou noir.

Sur la demande de M. Wurtz, il a dissous une partie importante de son phosphore noir dans le sulfure de carbone : c'est à peine s'il est resté des traces indissoutes; elles étaient de couleur jaune serin très clair, et lui ont semblé du phosphore amorphe.

(2) *Comptes rendus*, juillet 1882, p. 157.

répétée si l'on voulait obtenir une séparation exacte. Cet inconvénient et celui d'introduire du fer dans l'analyse rendent le procédé passablement long d'exécution et délicat; il n'est donc guère à recommander hors le cas où l'on aurait à séparer, en même temps qu'un peu d'indium, d'autres métaux, tels que l'aluminium et le chrome.

» De toutes les méthodes que j'ai tenté d'appliquer, la suivante est la seule qui permette de faire une analyse prompte et rigoureuse.

» On traite par un petit excès de potasse bouillante la solution convenablement concentrée. Il faut continuer l'ébullition pendant quelques minutes, car à froid l'oxyde d'indium n'est pas immédiatement précipité par la potasse. L'indine retient seulement d'assez faibles traces de galline, lesquelles s'éliminent entièrement par une ou, tout au plus, deux répétitions du même traitement. Les solutions potassiques ne renferment que de faibles traces d'indium, négligeables quant au poids si les masses de galline et d'indine sont petites, et par suite le volume des liqueurs alcalines modéré. Pour retirer ces traces d'indium, on sursature par un très léger excès d'acide chlorhydrique, puis on précipite à la fois la galline et l'indine en faisant longuement bouillir la liqueur après sursaturation ammoniacale, ou mieux encore au moyen de l'hydrate cuivrique. Le chlorure de gallium et d'indium est transformé en sulfate légèrement acide; on ajoute une quantité de sulfate d'ammoniaque peu supérieure à celle qui serait nécessaire pour transformer tout le sulfate de gallium en alun, enfin on évapore à très petit volume. Après refroidissement, qu'il se soit déjà formé ou non des cristaux d'alun, la solution concentrée est additionnée de quatre à cinq fois son volume d'alcool titrant $\frac{70}{100}$ environ. L'agitation provoque le dépôt d'alun ammoniaco-gallique en poudre cristalline qu'on lave une ou deux fois avec de l'alcool à $\frac{70}{100}$. L'alun est ensuite repris par très peu d'eau chaude contenant une trace d'acide sulfurique, et l'opération recommencée plusieurs fois. L'immense majorité de la galline se trouve de cette façon transformée en alun ammoniacal exempt d'indium. Les solutions alcooliques renfermant la petite quantité d'indium et du gallium sont évaporées à faible volume. On précipite les oxydes par l'ébullition ammoniacale ou par l'hydrate cuivrique, on les dissout dans l'acide chlorhydrique et l'on fait agir la potasse bouillante. On obtient ainsi une petite quantité supplémentaire d'indine exempte de galline. Maintenant, comme très peu de potasse suffit, les faibles traces d'indine entraînées dans la solution alcaline sont absolument sans intérêt. On pourrait d'ailleurs soumettre la dernière galline à la cristallisation alunique si sa masse était notable. Généralement, les traces d'in-

dine entraînées par la potasse en même temps que la galline sont entièrement éliminées après quatre cristallisations alcooliques de l'alun ammoniaco-gallique. Avec de la galline contenant 4 pour 100 d'indine, il faut sept ou huit cristallisations de l'alun. Ces opérations sur l'alun se font très rapidement et s'effectuent aisément avec le sel provenant de moins de $0^{gr},01$ de gallium.

» *Séparation d'avec le cadmium.* — Elle s'obtient d'une façon seulement approchée au moyen de l'hydrogène sulfuré. La difficulté vient de ce qu'en présence d'un excès notable d'acide chlorhydrique, le cadmium n'est pas complètement précipité, tandis qu'avec une solution à peine acide, une portion du gallium reste dans le sulfure de cadmium. Cependant on arrive à des résultats convenables par une succession d'opérations dont chacune fournit une quantité décroissante de sulfure de cadmium exempt de gallium. Pour cela, on traite la solution assez notablement acide par l'hydrogène sulfuré, on reprend le CdS par HCl, on étend d'eau et l'on fait de nouveau passer H^2S. Cette réaction répétée une ou deux fois permet de recueillir bientôt la majeure partie du cadmium sous forme de CdS exempt de gallium. Les liqueurs qui contiennent tout le gallium en même temps qu'un peu de cadmium sont concentrées pour chasser le grand excès d'acide, étendues d'eau et saturées par H^2S. Le nouveau sulfure de cadmium obtenu est dissous et reprécipité une ou deux fois, afin de lui enlever le gallium. La répétition de ce traitement conduit à débarrasser le chlorure de gallium de toute trace sensible de cadmium.

» Un excès de potasse bouillante précipite l'oxyde de cadmium et dissout la galline, dont il reste néanmoins une petite quantité dans le CdO : celui-ci doit donc être repris par l'acide chlorhydrique et séparé de nouveau par la potasse. Quand le cadmium est un peu abondant, il faut quatre ou cinq traitements semblables pour extraire tout le gallium. Les liqueurs alcalines ne retiennent que de faibles traces de cadmium; afin de les en retirer, on sursature par un très léger excès d'acide chlorhydrique et l'on enlève la galline au moyen de l'hydrate cuivrique. La solution filtrée est additionnée d'un peu d'acétate d'ammoniaque et saturée d'hydrogène sulfuré qui précipite les sulfures de cuivre et de cadmium. Ceux-ci sont repris par l'eau régale; on évapore avec un excès de HCl pour détruire l'acide azotique et l'on traite la liqueur chlorhydrique *très acide* par H^2S. Le cuivre s'élimine ainsi et l'on n'a plus qu'à concentrer pour obtenir le chlorure de cadmium.

» Les quatre procédés suivants sont plus expéditifs :

» 1° Une ébullition prolongée, après sursaturation ammoniacale, pré-

cipite la galline et laisse le CdO dissous, mais la liqueur primitive doit être très acide, afin de contenir ensuite une proportion suffisante de chlorure d'ammonium. La galline ainsi préparée retient d'assez faibles traces de cadmium, lesquelles s'éliminent pour un second traitement semblable.

» 2° On réussit bien avec le prussiate jaune de potasse, pourvu que la liqueur contienne à peu près un tiers de son volume d'acide chlorhydrique concentré qui maintient le cyanoferrure de cadmium en solution.

» 3° L'hydrate cuivrique précipite à chaud de la galline contenant à peine une trace de cadmium, qu'une seconde opération enlève totalement. C'est un excellent procédé.

» 4° Quand on désire se débarrasser du fer en même temps que du cadmium, la liqueur légèrement acide est réduite à chaud par le cuivre métallique, puis additionnée d'un petit excès de protoxyde de cuivre. La galline recueillie contient des traces de cadmium : on les fait disparaître par la répétition du même traitement. Les réactions de l'hydrate cuivrique et du cuivre + protoxyde de cuivre sont les plus recommandables entre toutes celles que j'ai étudiées. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. V. Richards adresse une nouvelle Note concernant l'efficacité du permanganate de potasse contre le venin des serpents.

(Renvoi à l'examen de M. Vulpian.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel donne lecture d'une Lettre invitant l'Institut à se faire représenter à l'inauguration de la statue de Lakanal, qui doit avoir lieu à Foix le 17 septembre prochain.

(Renvoi à la Commission administrative.)

L'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Rouen adresse le Précis de ses travaux pendant l'année 1880-81.

M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce adresse, pour la bibliothèque de l'Institut, le tome XXIII (1re et 2e Parties) de la « Collection des

Brevets d'invention », et les n°s 1 et 2 (1re et 2e Parties) du « Catalogue des Brevets pris en 1882 ».

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Mémoire de M. *Hermann Struve*, intitulé : « Ueber den Einfluss der Diffraction an Fernröhren auf Lichtschreiben ». (Extrait des *Mémoires de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg*, 1882, 7e série, tome XXX, n° 8.)

2° Un volume de M. *Grand'Eury*, intitulé : « Mémoire sur la formation de la houille ».

M. **Chevreul** présente à l'Académie le « Compte rendu de la séance publique annuelle de la Société nationale d'Agriculture de France, tenue le 19 juillet 1882 ».

Dans l'allocution qu'il a prononcée à cette occasion, comme Président de cette Société, M. Chevreul a cru devoir signaler les éléments qui ont été fournis à l'étude du phénomène des cyclones, dès le commencement de ce siècle, par *Joseph Hubert*, l'ami et le continuateur de l'œuvre de Poivre, à l'île de la Réunion.

« Un phénomène météorologique terrible porte la désolation dans l'île; cet ouragan, venant de la mer, a été longtemps inexpliqué. Hubert a, aujourd'hui, le mérite de l'avoir expliqué dix ans avant les savants anglais et allemands qui en Europe en ont fait la première mention. Hubert a parfaitement vu qu'il est le produit de deux vents différents, animés à la fois d'un mouvement de rotation et d'un mouvement de translation. Cette conclusion est celle d'un juge compétent, M. Faye, qui a consigné son opinion motivée dans la lettre suivante :

« Paris, le 28 juin 1882.

» Mon cher et très respecté Confrère,

» Vous avez bien voulu me demander mon avis sur l'opinion qui attribue à Hubert la première idée de la loi du cyclone.

» Après avoir pris connaissance des documents contenus dans le livre que vous m'avez apporté, je tiens pour certain que Hubert avait, dès avant 1788, reconnu le caractère gyratoire des cyclones et qu'il les assimilait à des trombes gigantesques.

» Ces idées n'ont surgi en Angleterre que beaucoup plus tard, en 1801, à en juger par les écrits peu connus d'un certain colonel Capper, au service de la Compagnie des Indes.

» Les mêmes documents montrent qu'en 1818 Hubert était arrivé à la formule complète

et correcte qui exprime le double mouvement de gyration et de translation des cyclones, longtemps avant Dove, par conséquent, dont les travaux sur les ouragans d'Europe sont postérieurs de dix ans.

» Pour moi, si j'ai occasion jamais de revenir sur ces questions, je me croirai obligé de rendre justice à qui de droit, c'est-à-dire à cet ingénieux observateur qui le premier a su reconnaître, dans les plus effroyables tempêtes qui sévissaient sur son île, des lois d'une géométrie si remarquable, lois qui ont servi de base à tout ce qui a été écrit plus tard à ce sujet. »

ASTRONOMIE. — *Observations des planètes* (227) *et* (229), *faites à l'équatorial ouest du jardin de l'Observatoire de Paris*, par MM. **Paul** et **Prosper Henry**. (Présenté par M. Mouchez.)

Planète (227) *Paul Henry*.

Dates. 1882.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Log. (par. × Δ).	Distance polaire.	Log. (par. × Δ).	Étoile de comp.
	h m s	h m s		° ′ ″		
Août 12......	13.43.42	22. 1.51,02	$+(\bar{1},072)$	103.30.19,7	$-(0,893)$	*a*
15......	10. 2.32	21.59.24,66	$-(\bar{1},366)$	103.35.45,2	$-(0,884)$	*b*
16......	9.28.27	21.58.34,74	$-(\bar{1},435)$	103.37.40,8	$-(0,877)$	*c*
17......	10.40.32	21.57.40,15	$-(\bar{1},199)$	103.39.34,4	$-(0,892)$	*b*
21......	10.12.10	21.54.16,36	$-(\bar{1},241)$	103.46.50,7	$-(0,891)$	*d*
22......	11.54.52	21.53.21,36	$+(\bar{2},025)$	103.48.48,8	$-(0,898)$	*e*
23......	9.11.46	21.52.36,66	$-(\bar{1},399)$	103.50.19,7	$-(0,881)$	*e*
24......	11.21. 8	21.51.41,81	$-(\bar{2},502)$	103.52.12,6	$-(0,899)$	*e*

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1882,0.

Étoile.	Nom de l'étoile.	Ascension droite.	Réduction au jour.	Distance polaire.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
a......	8 Weisse H. XXII	22. 3.12,13	+4,22	103.31. 9,7	−25,8
b......	317 Weisse H. XXI	21.58.34,05	+4,26 +4,28	103.33.48,7	−25,7 −25,8
c......	1300 Weisse H. XXI	21.57.44,84	+4,27	103.35.24,7	−25,7
d......	1240 Weisse H. XXI	21.54.43,72	+4,31	103.35.18,2	−25,7
e......	1184 Weisse H. XXI	21.52. 7,40	+4,33 +4,33 +4,34	103.48.52,8	−25,6 −25,7 −25,7

Planète (229) *Palisa*.

Dates. 1882.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	log. (par. × Δ).	Distance polaire.	log. (par. × Δ).	Étoile de comp.
Août 24....	10h53m31s	22h16m59s,22	$-(\bar{1},078)$	103°48′10″,8	$-(0,894)$	*f*

Position moyenne de l'étoile de comparaison pour 1882,0.

Etoile.	Nom de l'étoile.	Ascension droite.	Réduction au jour.	Distance polaire.	Réduction au jour.
f......	343 Weisse H.XXII	$22^h 18^m 14^s,93$	$+4^s,30$	$103^\circ 46' 55'',4$	$-26'',7$

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Solution du problème de Kepler pour des excentricités considérables.* Note de M. CH.-V. ZENGER.

« La difficulté qui s'oppose à la solution du problème de Kepler, quand l'excentricité de l'orbite cométaire ou d'étoile double est voisine de l'unité, c'est-à-dire quand l'ellipse n'est pas assez rapprochée de la parabole pour permettre le calcul si simple pour la parabole elle-même, est due à la convergence lente des séries infinies, dont on faisait jusqu'ici usage. Mais on peut se servir, jusqu'à l'excentricité très grande 0,95, qui rapproche l'ellipse de la parabole, de la même série

$$\theta_0 = 1 + \tfrac{1}{6}\sin^2(e\omega) + \tfrac{3}{40}\sin^4 e\omega + \tfrac{5}{112}\sin^6(e\omega) + \ldots,$$

tout en conservant seulement les trois puissances jusqu'à la sixième.

» La Table suivante donne les valeurs de $(e\omega)$ pour les excentri cités de 0,1 à 0,95 et les valeurs de θ_0 et θ_0^{-1} pour ces mêmes excentricités :

e.	$\log(e\omega)$.	$e\omega$.	$e\omega'$.	$\frac{1}{6}\sin^2(e\omega)$.	$\frac{3}{40}\sin^4(e\omega)$.	$\frac{5}{112}\sin^6(e\omega)$.	θ_0.	$\log\theta_0$.	$\log\theta_0^{-1}$.
0,1.......	4,31443	20626,4	$5^\circ 34' 46'',4$	0,001576	0,000007	0,000000	1,001583	0,00067	9,99933
0,2.......	4,61546	41254,0	11.27.54,0	0,006085	0,000099	0,000000	1,006184	0,00267	9,99733
0,3.......	4,79155	61880,0	17.11.20,0	0,014556	0,000572	0,000003	1,015131	0,00652	9,99348
0,4.......	4,91649	82507,5	22.55. 7,5	0,025277	0,001725	0,000024	1,027026	0,01158	9,98842
0,5.......	5,01340	103142,2	28.55.42,2	0,038997	0,004107	0,000053	1,043157	0,01834	9,98166
0,6.......	5,09258	123760,0	34.22.40,0	0,053138	0,009597	0,000731	1,063466	0,02673	9,97327
0,7.......	5,15953	144386,7	40. 6.26,7	0,069172	0,012916	0,001325	1,083413	0,03481	9,96519
0,8.......	5,21752	165014,0	45.50.14,0	0,085769	0,019862	0,003095	1,108726	0,04482	9,95518
0,9.......	5,26867	185640,0	51. 6.40,0	0,100970	0,027526	0,006014	1,134510	0,05480	9,94520
0,95......	5,29215	195954,0	54.25.54,0	0,105792	0,032832	0,008555	1,146979	0,05963	9,94037

» Pour démontrer la convergence rapide de la solution proposée par moi, j'ai calculé le premier rapprochement de la valeur d'anomalie excentrique (E) pour l'anomalie moyenne $F = 30^\circ$ et pour l'excentricité de 0,1 à 0,95, et dans la Table suivante on trouve la première valeur d'anomalie excentrique et d'erreur (ΔF).

(e).	(E).	e sin E.	F_0.	ΔF.
0,1........	33°. 7',7	3°. 7',95	29°.59',75	— 0',25
0,2........	36.15,4	6.46,52	29.57,88	— 2,12
0,3........	41.14,3	11.19,24	29.55,06	— 4,94
0,4........	46.22,5	16.35,40	29.47,10	—13,90
0,5........	52.17,3	22.41,00	29.36,30	—23,70
0,6........	58.52,8	29.24,12	29.28,68	—31,32
0,7........	66.15,1	36.42,70	29 32,24	—27,76
0,8........	73.53,0	44. 2,12	29.50,88	— 9,12
0,9........	81.43,5	51. 1,84	30.41,66	+ 1,66
0,95.......	85.30,52	54.15,24	31.15,28	+75,28

» On voit aisément que l'erreur de la première valeur (E) ne dépasse pas, jusqu'à 0,9, un demi-degré, quoique l'on n'ait développé la série θ_0 qu'au sixième degré, et que seulement, pour l'excentricité extraordinaire de 0,95, on dépasse un degré en ΔF. La solution proposée est donc une solution générale, applicable même aux orbites cométaires et stellaires, jusqu'au voisinage de la forme parabolique des orbites très excentriques.

» D'ailleurs l'approximation à l'aide de l'équation $\partial E = \frac{\partial F}{1 - e\cos E}$ est si rapide qu'on n'a pas besoin de faire plus de deux approximations pour avoir la fraction de seconde.

» *P. S.* — Voici la marche du calcul :

$$e = 0,8,\quad e\omega = 45^\circ 50' 14'',0,\quad F = 30^\circ,$$

$$\begin{array}{rlrl}
 & & \cot E = & 1,73204 - 1,44310 \\
\log e = & 9,90309 & \cot E = & 0,28894 \\
\log(\theta_0^{-1}) = & 9,95518 & \log\cot E = & 9,46081 \\
\log\sin^{-1}(F) = & \underline{0,30103} & & \\
 & 0,15930 & E = & 73^\circ.53',00 \\
\log e\omega = & 5,21752 & e\omega\sin E = & \underline{44.\ 2,12} \\
\log\sin 73^\circ 53' = & \underline{9,98259} & F_0 = & 29.50,88 \\
\log 158527,4 = & 5,20011 & F = & \underline{30.\ 0,00} \\
 & & \Delta F = & -\ 0.\ 9,12
\end{array}$$

$$\Delta E = \frac{\Delta F}{1 - 0,8\cos 73^\circ 53'} = \frac{-9'12}{0,77793} = -11,72,$$

$$\begin{array}{rl}
E_1 = & 74^\circ.4',72 \\
e\omega\sin E_1 = & \underline{44.4,58} \\
F_0 = & 30.0,14 \\
F = & \underline{30.0,00} \\
 & -0.0,14\ldots\ \text{»}
\end{array}$$

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur la formation des couples secondaires à lames de plomb*. Note de M. G. **Planté**.

« L'opération que j'ai désignée sous le nom de *formation* des couples secondaires consiste, ainsi que je l'ai indiqué, il y a plusieurs années ([1]), dans une préparation électrochimique préalable de ces couples, ayant pour objet d'oxyder profondément l'une des électrodes, et de réduire l'autre à un état de division métallique qui permet aux actions chimiques de s'exercer plus complètement pendant la charge et la décharge, et d'accumuler, par suite, une plus grande quantité du travail chimique d'un courant primaire.

» J'ai cherché, depuis lors, à perfectionner cette opération. En étudiant les actions chimiques qui se produisent dans ces couples, j'ai observé d'abord la transformation d'une partie du peroxyde de plomb en sulfate du même métal, sous l'action de l'eau acidulée par l'acide sulfurique qui baigne les couples ([2]), résultat qui a été confirmé récemment par MM. Gladstone et Tribe, dans un intéressant travail sur ce sujet. J'ai tâché d'augmenter la capacité d'accumulation, en produisant un dépôt galvanique préalable de plomb sur les électrodes ([3]), de manière à faire pénétrer ensuite plus profondément l'action oxydante du courant primaire, en raison de la porosité exceptionnelle des dépôts électrochimiques. J'ai essayé, à cet effet, les combinaisons les plus variées, et la plupart des composés du plomb solubles et insolubles, sans obtenir des dépôts d'une cohérence ou d'une adhérence suffisante, et dont le contact électrique avec les électrodes pût rester indéfiniment assuré. Je suis arrivé finalement à cette conclusion, que le système préférable était de chercher à transformer le métal même des électrodes, dans presque toute son épaisseur, en peroxyde de plomb galvanique, d'une part, en plomb réduit, d'autre part : je suis parvenu à ce résultat par une série de changements de sens du courant primaire, avec des intervalles de repos entre ces changements ([4]).

» Pour donner une idée des effets qu'on obtient par cette méthode, j'ajouterai qu'avec un couple secondaire déjà partiellement *formé*, et dont

---

([1]) *Comptes rendus*, t. LXXIV, p. 592; 1872.

([2]) *Les Mondes*, t. XXVII, p. 425 à 477; 1872.

([3]) *Les Mondes* (*Ibid.*).

([4]) *Recherches sur l'électricité*, § 53 et suiv.

le plomb pesait $1^{kg},500$, le courant de décharge, qui fournissait d'abord un dépôt de cuivre de 7^{gr} environ dans un voltamètre, a donné, après un nouveau changement de sens, un dépôt de 11^{gr}, puis, après un intervalle de repos et un autre changement de sens, un dépôt de 18^{gr}, soit 12^{gr} par kilogramme du couple secondaire, ce qui correspond à plus de 36000 *coulombs*.

» Ce n'est pas là, du reste, la limite qu'on peut atteindre, car un nouveau changement de sens déterminerait un nouvel accroissement de la quantité de travail chimique accumulé, et ainsi de suite. Il n'y a d'autre limite que l'épaisseur même des lames de plomb. En admettant qu'on ne cherche à transformer que la moitié de l'épaisseur du métal, pour conserver l'autre moitié comme corps de chaque électrode, et même que le peroxyde ne soit réduit, lors de la décharge, qu'à l'état de protoxyde, on pourrait espérer obtenir, à l'aide de cette méthode, un courant de décharge suffisant pour déposer, par kilogramme de plomb du couple secondaire, environ 74^{gr} de cuivre, ce qui représenterait une quantité assez considérable d'électricité.

» Ce système de changements de sens alternés n'a pas seulement pour effet d'augmenter successivement la couche de peroxyde de plomb formée aux dépens du métal de l'une des électrodes, mais aussi de transformer, à une profondeur correspondante, l'autre électrode en plomb galvaniquement réduit, afin que, lors de la décharge, tandis que l'hydrogène, provenant de la décomposition de l'eau à l'intérieur du couple, réduit le peroxyde de plomb formé par le courant primaire, l'oxygène puisse oxyder, en même temps, une quantité de plomb équivalente.

» On s'explique aussi l'efficacité des intervalles de repos entre chaque changement de sens, en considérant qu'au bout d'un certain temps les lames de plomb ainsi modifiées sont devenues moins bonnes conductrices à leur surface. Il en résulte que, lorsqu'on les soumet de nouveau à l'action du courant primaire, ce courant suit naturellement, pour traverser le liquide, la voie la moins résistante; il ne débouche point directement par la surface oxydée, mais par la surface métallique sous-jacente jusqu'à laquelle le liquide pénètre d'ailleurs. Il oxyde donc ainsi, par le fait même de son passage, une nouvelle couche du métal, puis il suroxyde aussi, de proche en proche, la surface extérieure déjà oxydée, ou effectue le travail inverse de réduction, si le sens du courant a été changé.

» C'est ainsi que s'opère cette sorte de *cémentation galvanique*, à la suite de laquelle les deux lames de plomb sont profondément modifiées dans

leur structure ; car l'une se trouve alors partiellement formée de peroxyde de plomb cristallin et brillant, l'autre de plomb réduit avec une apparence également cristalline. Lorsqu'un couple secondaire est dans ces conditions, il conserve assez bien sa charge pour donner encore, après quatre mois, des effets lumineux ou calorifiques.

» Cette méthode exige sans doute un temps assez long, surtout dans le commencement. Pour faciliter l'attaque du plomb par l'action électrochimique du courant primaire, j'ai reconnu qu'en élevant la température du liquide baignant les couples secondaires, soit à l'avance, soit pendant l'action du courant, on accélérait leur *formation*. Mais cet emploi de la chaleur présentant quelques difficultés dans la pratique, j'ai eu recours, en dernier lieu, à un autre procédé qui m'a donné des résultats très satisfaisants.

» Ce procédé consiste à soumettre simplement les couples secondaires à une sorte de décapage profond par l'acide azotique, étendu de moitié son volume d'eau, en les laissant immergés dans ce liquide pendant vingt-quatre à quarante-huit heures. Les couples sont ensuite vidés, lavés très complètement, remplis d'eau acidulée au dixième par l'acide sulfurique, et soumis à l'action du courant primaire. Par cette immersion dans l'acide nitrique étendu, une portion du plomb se dissout sans doute, mais l'épaisseur des lames n'en est pas notablement diminuée, et, par suite de la porosité métallique, l'action chimique ne se borne pas seulement à la surface des lames de plomb ; elle s'exerce aussi à l'intérieur, crée de nouveaux intervalles moléculaires et facilite, en conséquence, la pénétration ultérieure de l'action électrolytique du courant primaire.

» Les couples secondaires ainsi traités peuvent fournir, en huit jours, après trois ou quatre changements de sens du courant primaire, des décharges de longue durée, alors que, sans l'action préalable de l'acide nitrique, ils ne pourraient donner qu'après plusieurs mois les mêmes résultats. Ce procédé permettra donc d'abréger notablement la *formation* des couples secondaires, et contribuera à en faciliter les applications. »

M. F. Larroque adresse une « Note sur le transport, par la foudre, des particules ferrugineuses contenues dans les poussières de l'air ».

D'après l'auteur, c'est au transport de ces particules, jusque dans les objets foudroyés, qu'il faudrait peut-être attribuer la persistance de la propriété magnétique qu'il a signalée précédemment chez certains arbres.

La séance est levée à 4 heures. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 24 juillet 1882.

(Suite.)

La médecine militaire française devant les grandes compagnies savantes de 1859 *à* 1881; *par* M. Coustan. Constantine, impr. Nouvelle, 1882; br. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Comptes rendus des épidémies, des épizooties et des travaux des Conseils d'hygiène du Morbihan en 1878, 1879, 1880, 1881; *par* le Dr Alph. Mauricet. Vannes, impr. Galles, 1879-1882; 4 br. in-4°. (Présenté par M. le baron Larrey pour le Concours Montyon, Statistique.)

Sur la réduction du noir d'aniline et sur son changement en colorant rose fluorescent; par Fr. Goppelsrœder. Mulhouse, impr. Ve Bader, 1877; br. in-8°.

Sinonimia y descripcion de algunos Hemipteros de Chile, del Brasil y de Bolivia; por C. Berg. Buenos-Aires, impr. Pablo e Coni, 1881; br. in-8°.

Farrago lepidopterologica, etc.; *por* C. Berg. Buenos-Aires, impr. Pablo e Coni, 1882; in-8°.

Annual report of the board of regents of the Smithsonian Institution, etc. for the year 1880. Washington, government printing Office, 1881; in-8° relié.

ERRATA.

(Séance du 24 juillet 1882.)

Page 171, dernière ligne, équation (III), *au lieu de* $(\cos F - \sin F \cos E)$, *lisez* $(\cos F - \sin F \cot E)$.

Page 172, équation (IV), *au lieu de* $\cos F - \sin F \cos E$, *lisez* $\cos F - \sin F \cot E$.

» équation (V), *au lieu de* $\cos F - \cos E$, *lisez* $\cot F - \cot E$.

» remplacer l'équation (VI) par la suivante :

$$\cot E = \cot F - \frac{e \operatorname{cos\acute{e}c} F}{1 + \frac{1}{6}\sin^4(e\omega) + \frac{3}{40}\sin^4(e\omega) + \ldots}.$$

Page 173, ligne 14 en remontant, *au lieu de* 24 fois plus petite, *lisez* 24 fois plus grande.

Page 174, ligne 20, *au lieu de* $\frac{3}{40}\frac{\sin^4(E-F)}{6}$, *lisez* $\frac{3}{40}\sin^4(E-F)$.

(Séance du 21 août 1882.)

Page 363, ligne 4 en remontant, *au lieu de* $2i\tau_1 \ldots 2(i+1)\tau_1$, *lisez* $2i'\tau_1 \ldots 2(i'+1)\tau_1$.

Même page, dernière ligne, *au lieu de* $j_2 = \frac{V}{1+r}\left[-\left(\frac{1-r}{1+r}\right)^i + \left(\frac{1-r}{1+r}\right)^{i'}\right]$, *lisez* $\omega_2 j_2 = \frac{V}{1+r}\left[\left(\frac{1-r}{1+r}\right)^i - \left(\frac{1-r}{1+r}\right)^{i'}\right]$.

Page 364, ligne 7, *au lieu de* Tirons i et i' des équations de la deuxième ligne, *lisez* Tirons i et i' des premières équations de la deuxième et de la troisième ligne.

Même page, ligne 11, formule (20), *au lieu de* $t = 2\tau_2 - \frac{x-a_1}{\omega_2}$, *lisez* $t = \frac{x-a_1}{\omega_2}$.

Même page, ligne 13, deuxième des formules (21), *au lieu de* v_1, *lisez* v_2.

Même page, ligne 10 en remontant, *au lieu de*

$$\left(\frac{t}{\tau_2} - \frac{x-a_1}{a_2} - 2\right),$$

lisez

$$\left(\frac{t}{\tau_2} + \frac{x-a_1}{a_2} - 2\right).$$

Pages 364 et 365, *supprimez la dernière phrase du Mémoire, commençant ainsi :* Nous regrettons....

Page 382, ligne 7, *au lieu de* $\frac{V}{a} e^{-r\zeta}$, *lisez* $\frac{V}{a} e^{rl} e^{-r\zeta}$.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 SEPTEMBRE 1882.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE

MÉCANIQUE. — *Solution, en termes finis et simples, du problème du choc longitudinal, par un corps quelconque, d'une barre élastique fixée à son extremité non heurtée;* par M. DE SAINT-VENANT.

« **6.** Dans notre Communication du 21 août 1882 (*Comptes rendus*, p. 359), nous avons montré, en prenant pour exemple une solution en série trigonométrique, que le problème du choc longitudinal, par un corps de forme quelconque, d'une barre élastique fixée à un bout, peut être résolu comme cas simple et extrême de celui du choc mutuel de deux barres. Nous en avons induit que ce problème devait être susceptible aussi d'une solution en termes finis, qui prête mieux aux calculs. Nous avons rappelé celle que nous avons donnée le 30 mars 1868 (*Comptes rendus*, p. 650) en formules de deux termes, pour le cas de liberté complète de la barre heurtée, et nous avons exprimé le désir qu'une solution analogue, et également débarrassée des complications de la mise en compte des ébranlements intérieurs du corps heurtant, pût être trouvée par le cas bien plus pratique d'une barre fixée au bout opposé à celui qui reçoit le choc.

» Ce désir, nous nous sommes mis en mesure de le remplir aujourd'hui nous-même, en nous reportant à l'ébauche d'un travail que nous avions eu l'intention de publier, en 1868, comme suite à notre Mémoire de 1866 sur le choc de deux barres libres, inséré au *Journal de M. Liouville*, en 1867, p. 237 à 376.

» Commençons par compléter ce que contient notre Note récente (du 21 août) pour le choc d'une barre *libre*, ayant un poids P_2 et une longueur a_2, que le son parcourt dans un temps τ_2 avec une *célérité* $\omega_2 = \frac{a_2}{\tau_2}$, et qui a été heurté par un corps de poids P_1 avec une vitesse V, à l'instant $t = 0$, sur son extrémité $x = a_1$ (longueur de la barre qui est supposée d'abord être le corps heurtant) ou, plus simplement, à son extrémité $z = 0$, si l'on fait

$$x - a_1 = z.$$

» Nous avons donné, moyennant la correction indiquée en *errata*, (*Comptes rendus*, 28 août), en écrivant désormais, pour simplifier,

$$\text{P, Q, } \tau,\ a,\ \omega \quad \text{au lieu de} \quad P_2,\ P_1,\ \tau_2,\ a_2,\ \omega_2,$$

les expressions suivantes de la vitesse v_2 et de la contraction linéaire j_2 aux points d'abscisse $z = x - a_1$:

$$(20) \qquad \text{Entre les instants } t = 0 \text{ et } t = \frac{z}{a} : v_2 = 0, \quad j_2 = 0.$$

$$(21) \quad \text{Entre les instants } \frac{t}{\tau} = \frac{z}{a} \text{ et } \frac{t}{\tau} = 2 - \frac{z}{a} : v_2 = \mathrm{V} e^{-\frac{\mathrm{P}}{\mathrm{Q}}\left(\frac{t}{r} - \frac{z}{a}\right)},\ j_2 = \frac{\mathrm{V}}{\omega} e^{-\frac{\mathrm{P}}{\mathrm{Q}}\left(\frac{t}{\tau} - \frac{z}{a}\right)}.$$

$$(22) \quad \begin{cases} \text{Entre les instants } \frac{t}{\tau} = 2 - \frac{z}{a} \text{ et } \frac{t}{\tau} = 2 + \frac{z}{a} : \\ v_2 = \mathrm{V}\left[e^{-\frac{\mathrm{P}}{\mathrm{Q}}\left(\frac{t}{\tau} - \frac{z}{a}\right)} + e^{-\frac{\mathrm{P}}{\mathrm{Q}}\left(\frac{t}{\tau} - 2 + \frac{z}{a}\right)}\right],\ j_2 = \frac{\mathrm{V}}{\omega}\left[e^{-\frac{\mathrm{P}}{\mathrm{Q}}\left(\frac{t}{\tau} - \frac{z}{a}\right)} - e^{-\frac{\mathrm{P}}{\mathrm{Q}}\left(\frac{t}{\tau} - 2 + \frac{z}{a}\right)}\right]. \end{cases}$$

» Ajoutons aujourd'hui que, si les deux barres sont supposées rester unies après l'instant $\frac{t}{\tau} = 2 + \frac{z}{a}$, le même calcul cité nous a donné :

$$(23) \quad \begin{cases} \text{Entre les instants } \frac{t}{\tau^2} = 2 + \frac{z}{a} \text{ et } \frac{t}{\tau^2} = 4 - \frac{z}{a} : \\ \left.\begin{array}{l} \frac{v_2}{\mathrm{V}} = \quad e^{-\frac{\mathrm{P}}{\mathrm{Q}}\left(\frac{t}{\tau} - 2 + \frac{z}{a}\right)} \\ \frac{\omega}{\mathrm{V}} j_2 = - e^{-\frac{\mathrm{P}}{\mathrm{Q}}\left(\frac{t}{\tau} - 2 + \frac{z}{a}\right)} \end{array}\right\} + e^{-\frac{\mathrm{P}}{\mathrm{Q}}\left(\frac{t}{\tau} - \frac{z}{a}\right)} - \left[1 - \frac{2\mathrm{P}}{\mathrm{Q}}\left(\frac{t}{\tau} - 2 - \frac{z}{a}\right)\right] e^{-\frac{\mathrm{P}}{\mathrm{Q}}\left(\frac{t}{\tau} - 2 - \frac{z}{a}\right)}. \end{cases}$$

$$(24)\quad \left\{\begin{aligned} &\text{Entre les instants } \frac{t}{\tau} = 4 - \frac{z}{a} \text{ et } \frac{t}{\tau} = 4 + \frac{z}{a}: \\ &\frac{v_2}{V} = \quad e^{-\frac{P}{Q}\left(\frac{t}{\tau} - 2 + \frac{z}{a}\right)} - \left[1 - \frac{2P}{Q}\left(\frac{t}{\tau} - 4 + \frac{z}{a}\right)\right] e^{-\frac{P}{Q}\left(\frac{t}{\tau} - 4 + \frac{z}{a}\right)} \\ &\qquad + e^{-\frac{P}{Q}\left(\frac{t}{\tau} - \frac{z}{a}\right)} - \left[1 - \frac{2P}{Q}\left(\frac{t}{\tau} - 2 - \frac{z}{a}\right)\right] e^{-\frac{P}{Q}\left(\frac{t}{\tau} - 2 - \frac{z}{a}\right)}, \\ &\frac{\omega}{V} j_2 = -e^{-\frac{P}{Q}\left(\frac{t}{\tau} - 2 + \frac{z}{a}\right)} + \left[1 - \frac{2P}{Q}\left(\frac{t}{\tau} - 4 + \frac{z}{a}\right)\right] e^{-\frac{P}{Q}\left(\frac{t}{\tau} - 4 + \frac{z}{a}\right)} \\ &\qquad + e^{-\frac{P}{Q}\left(\frac{t}{\tau} - \frac{z}{a}\right)} - \left[1 - \frac{2P}{Q}\left(\frac{t}{\tau} - 2 - \frac{z}{a}\right)\right] e^{-\frac{P}{Q}\left(\frac{t}{\tau} - 2 - \frac{z}{a}\right)}, \end{aligned}\right.$$

$$(25)\quad \left\{\begin{aligned} &\text{Entre les instants } \frac{t}{\tau} = 4 + \frac{z}{a} \text{ et } \frac{t}{\tau} = 6 - \frac{z}{a}, \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \end{aligned}\right.$$

» **7.** Maintenant, pour le cas plus important d'immobilité de l'extrémité non heurtée de la barre de longueur $a_2 = a$ et de poids $P_2 = P$, les équations différentielles du problème des déplacements u_1 et u_2, dont le second a v_2 et j_2 pour ses dérivées, sont les mêmes, ainsi que les conditions définies, hors une seule, celle que

$$(u_2)_{x=a_1+a_2} = 0 \quad \text{au lieu de} \quad \left(\frac{du_2}{dx}\right)_{x=a_1+a_2} = 0.$$

» Il en résulte simplement, la solution générale étant toujours exprimée par quatre fonctions arbitraires, ou sous cette forme

$$(26)\quad u_1 = f_1(x + \omega_1 t) + F_1(x - \omega_1 t), \quad u_2 = f_2(x + \omega_2 t) + F_2(x - \omega_2 t),$$

que la condition relative à l'extrémité non heurtée donne, différentiée en t,

$$(27)\quad f'_2(a_1 + a_2 + \omega_1 t) = F'_2(a_1 + a_2 - \omega_2 t) \quad \text{au lieu de} \quad = -F'_2(\quad).$$

» On obtient immédiatement pour les valeurs des f' et F', entre les premières limites de leurs variables, la même chose que dans le cas de liberté, savoir, comme au Mémoire de 1866, p. 293 du *Journal de Liouville* de 1867 (avec ω au lieu de k),

$$(28)\quad 2\omega_1 f'_1\binom{a_1}{0} = V, \quad 2\omega_1 F'_1\binom{-a_1}{a_1} = -V, \quad f'_2\binom{a_1 + 2a_1}{a_1} = 0, \quad F'_2\binom{0}{a_1 + a_2} = 0.$$

» Et l'on a aussi, pour pouvoir, au moyen de la deuxième *condition de jonction* [(2) de la Note du 21 août], conduire ces valeurs jusqu'à des limites plus avancées positivement ou négativement, les deux mêmes

équations que j'ai appelées *promotrices* (*loc. cit.*); à la seule exception que la seconde, qui fournit les valeurs de $F'_1\begin{pmatrix} -\infty \\ a_1 \end{pmatrix}$, donnera en même temps certaines valeurs de f'_2, et non plus celles de $-f'_2$ qu'on en déduisait dans le cas de liberté complète.

» En conséquence, l'établissement de formules comme celles (110), (111), (112) des pages 311 à 315 du Mémoire de 1866-67, avec suppression de certaines limites intermédiaires ou de *scission* d'intervalles qu'il n'y a pas lieu d'introduire quand τ_2 est un multiple *exact* de τ_1, conduit à des expressions comme celles (16) et (17) de l'Article du 21 août 1872, et qui, transformées comme on a fait à cet Article pour r supposé extrêmement petit ou $\frac{\tau_2}{\tau_1}$ extrêmement grand, donne, pour le cas actuel de l'immobilité de l'extrémité non heurtée, des expressions des f'_2, F'_2, et, par suite, des v_2 et j_2, composées *des mêmes termes* que celles du cas de liberté, avec, seulement, quelques changements de signes. Ces formules sont

(20 *bis*) Entre les instants $t=0$ et $t=\frac{z}{a}$: $v_2=0,\quad j_2=0.$

(21 *bis*) Entre $\frac{t}{\tau}=\frac{z}{a}$ et $\frac{t}{\tau}=2-\frac{z}{a}$: $v_2=\mathrm{V}e^{-\frac{\mathrm{P}}{\mathrm{Q}}\left(\frac{t}{\tau}-\frac{z}{a}\right)},\quad j_2=\frac{\mathrm{V}}{\omega}e^{-\frac{\mathrm{P}}{\mathrm{Q}}\left(\frac{t}{\tau}-\frac{z}{a}\right)}.$

(22 *bis*) Entre $\frac{t}{\tau}=2-\frac{z}{a}$ et $\frac{t}{\tau}=2+\frac{z}{a}$:

$$\frac{v_2}{\mathrm{V}}=e^{-\frac{\mathrm{P}}{\mathrm{Q}}\left(\frac{t}{\tau}-\frac{z}{a}\right)}-e^{-\frac{\mathrm{P}}{\mathrm{Q}}\left(\frac{t}{\tau}-2+\frac{z}{a}\right)},\quad \frac{\omega}{\mathrm{V}}j_2=e^{-\frac{\mathrm{P}}{\mathrm{Q}}\left(\frac{t}{\tau}-\frac{z}{a}\right)}+e^{-\frac{\mathrm{P}}{\mathrm{Q}}\left(\frac{t}{\tau}-2+\frac{z}{a}\right)}.$$

(23 *bis*) Entre $\frac{t}{\tau}=2+\frac{z}{a}$ et $\frac{t}{\tau}=4-\frac{z}{a}$:

$$\left.\begin{aligned}\frac{v_2}{\mathrm{V}}&=-e^{-\frac{\mathrm{P}}{\mathrm{Q}}\left(\frac{t}{\tau}-2+\frac{z}{a}\right)}\\ \frac{\omega j_2}{\mathrm{V}}&=e^{-\frac{\mathrm{P}}{\mathrm{Q}}\left(\frac{t}{\tau}-2+\frac{z}{a}\right)}\end{aligned}\right\}+e^{-\frac{\mathrm{P}}{\mathrm{Q}}\left(\frac{t}{\tau}-\frac{z}{a}\right)}+\left[1-\frac{2\mathrm{P}}{\mathrm{Q}}\left(\frac{t}{\tau}-2-\frac{z}{a}\right)\right]e^{-\frac{\mathrm{P}}{\mathrm{Q}}\left(\frac{t}{\tau}-2-\frac{z}{a}\right)}.$$

(24 *bis*) Entre $\frac{t}{\tau}=4-\frac{z}{a}$ et $\frac{t}{\tau}=4+\frac{z}{a}$:

....

» Lorsque les deux barres sont libres, elles se séparent à l'instant $t=2\tau_2=2\tau$ où le son a parcouru, aller et retour, la longueur de la barre heurtée, comme il a été trouvé au Mémoire cité de 1866-1867, n° 11, pages 327-333; et cette barre a_2 ne fait plus que se détendre. Si, pour les mêmes considérations, on trouve la même chose pour notre cas actuel où

la seconde barre a un bout fixé, il n'y aura pas lieu de se servir d'autres formules que celles (20 *bis*), (21 *bis*), (22 *bis*), qui sont simples.

» Si elles continuent encore un peu de marcher jointes, ce qui dépendra des valeurs, non ici exprimées, des vitesses et des dilatations dans la barre heurtante, ce sera pour se séparer peu après, soit à l'instant $t = 3\tau_2$ ou $4\tau_2$, et l'on voit ainsi que le *Problème de Navier*, de 1823, peut être considéré comme désormais résolu de la manière la plus simple et la plus satisfaisante; surtout si les deux savants officiers de l'artillerie de la marine, auteurs des quatre résumés (*Comptes rendus*, 31 juillet, 7, 14 et 21 août, pages 213, 278, 331 et 381) d'un Mémoire dont ils promettent la présentation avec développements, trouvent exactement la même chose par la voie différente qu'ils ont suivie, et qui offre peut-être, avec l'avantage d'être plus directe, celui de prêter mieux à l'adjonction d'une force constante ou continue, appliquée au corps heurtant, telle que la pesanteur de ce corps, si le choc n'est point horizontal : genre utile de généralisation qui sera analogue à celui que Poncelet a fait éprouver à la formule trigonométrique de Navier (*Introd. à la Mécanique industrielle*). »

ASTRONOMIE. — *Sur la figure des comètes*; par M. FAYE.

« Nous connaissons très bien les matériaux solides des comètes : ce sont les étoiles filantes, les bolides, les aérolithes. Nous connaissons moins bien les nébulosités impalpables formées par leurs matériaux évaporables. Pour s'en faire quelque idée, considérons un flocon de neige transporté dans l'espace céleste où aucun milieu n'exerce de pression et ne retient la chaleur du Soleil. Du côté où ce flocon recevra les rayons du Soleil, sa température s'élèvera, et il émettra des vapeurs qui se répandront avec une certaine vitesse; mais ces vapeurs, trop rares pour retenir la chaleur, ne tarderont pas à se condenser en flocons beaucoup plus petits. Ceux-ci, à leur tour, sous l'influence des rayons solaires, émettront des vapeurs presque aussitôt condensées comme les précédentes par le froid de l'espace ambiant, en sorte que l'action du Soleil, qu'aucune attraction sensible vers le centre du flocon primitif ne contre-balance, tendra à décomposer ce flocon en une nébulosité baignée de vapeurs instables, d'une rareté excessive et occupant bientôt un volume énorme. Dans cet état, la matière est toute préparée à subir l'action des forces répulsives auxquelles les matériaux solides et infiniment plus denses que nous citions en commençant échappent en vertu de leur densité même.

» Cela posé, il faut considérer que toute comète, en s'approchant du Soleil, subit, en vertu de l'attraction de cet astre et, par un effet identique à celui de nos marées, une décomposition qui tend à séparer, à isoler une partie de ses matériaux, lesquels cessent de faire partie intégrante de la comète. Le caractère essentiel de cette décomposition, qui s'étend aussi bien aux parties les plus denses qu'aux parties les plus légères, consiste en ce que les matériaux séparés continuent à se mouvoir à très peu près sur l'orbite de la comète et s'y disséminent. La fin de cette décomposition serait de réduire la comète, comme l'a montré M. Schiaparelli, en un essaim allongé de fragments suivant la trajectoire primitive. Et c'est là aussi ce qui arrive effectivement aux matériaux solides.

» Mais, les matériaux évaporables dégagés de l'attraction du noyau, dégagés aussi de la pression des couches qui formaient la comète avec un accroissement visible de densité vers le centre, se trouvent dans la situation du flocon de neige dont nous parlions tout à l'heure. Ils se disséminent rapidement dans l'espace libre et acquièrent le degré de ténuité, de raréfaction à partir duquel la force répulsive du Soleil se fait sentir sur eux. Ces matériaux n'en gardent pas moins la vitesse et la direction du mouvement dont ils étaient animés lorsqu'ils faisaient partie de la comète; mais, la force centrale s'étant modifiée pour eux, ils cessent de se mouvoir sur la trajectoire primitive et s'en écartent avec une étonnante rapidité.

» Le Ciel a mis sous nos yeux, en 1846, ce double phénomène dans le dédoublement de la comète de Biéla (voir les beaux dessins de M. Struve dans les planches du t. II, p. 385, de l'*Astronomie populaire* d'Arago). Les deux fragments suivaient presque exactement la même route : la ligne qui les joignait était, sur le ciel, la perspective de l'orbite commune, tandis que les deux queues formées par les nébulosités se trouvaient à l'opposite du Soleil, presque perpendiculaires à la trajectoire.

» Si l'on fait abstraction des nébulosités, et des queues qu'elles forment au loin sous l'influence de la force répulsive, pour ne considérer que l'acte de décomposition due, comme nos marées, à la seule influence de l'attraction solaire, on trouve, par l'analyse de M. Roche, que les matériaux doivent fuser en deux points opposés et se répandre sur des nappes coniques divergentes. Bien que cette analyse se rapporte à un état d'équilibre et à des couches de niveau qui ne sauraient exister complètement dans les comètes dont la distance au Soleil varie continuellement, on peut penser qu'elle donne une idée approchée de ce qui se passe dans ces astres au moment où leur décomposition s'effectue sous nos yeux. Les aigrettes ou secteurs

lumineux dirigés vers le Soleil se rapportent donc à cet acte de décomposition, et nullement, comme l'ont cru Olbers et Bessel, à une répulsion électrique ou magnétique que le noyau de la comète exercerait sur ses propres matériaux.

» Ce qui résulte de l'expansion croissante qu'une partie de ces matériaux détachés prennent ultérieurement, c'est que les nébulosités ainsi produites tombent sous l'action de la force répulsive et rebroussent chemin, tandis que les matériaux plus denses restent à très peu près sur la trajectoire primitive et prennent seulement un peu d'avance sur le noyau.

» Il n'y a donc dans toute cette question, en apparence si compliquée, que le jeu de l'attraction solaire qui tend à décomposer des corps de très faible masse et de grand volume, et celui de la répulsion solaire qui commence à agir sur la partie évaporable de ces matériaux dès que ceux-ci, soustraits à toute pression et soumis à une chaleur croissante, commencent à former des nébulosités d'une rareté excessive.

» Si l'on considère un instant la remarquable opposition qui existe dans la manière dont les étoiles et les nébuleuses irrésolubles sont distribuées dans l'univers, on est porté à y voir une conséquence de l'action répulsive que les soleils, accumulés dans une certaine région, exercent autour d'eux sur les matériaux réduits à une ténuité excessive. La lumière propre des nébuleuses me semble d'ailleurs être exactement de même nature que celle des comètes et résulter du passage de molécules très ténues, animées de très grandes vitesses, dans un milieu un peu plus matériel. Le calcul montre, du moins, qu'il en doit être ainsi pour certaines comètes, telles que celle de Donati.

» On vient de voir que le phénomène des aigrettes, qui a suggéré à Olbers et à Bessel l'hypothèse d'une action électrique ou magnétique propre à la comète elle-même, a une tout autre cause. Je n'ai donc pas dû m'arrêter à cette hypothèse. D'ailleurs, en considérant le jeu des forces électriques sur notre globe, on n'est pas conduit à leur attribuer un rôle cosmique. Elles ne figurent même pas dans notre Mécanique terrestre. Il est bien vrai que la moindre action chimique, le moindre frottement, je dirai presque le moindre contact de deux corps, met ici-bas ces forces en jeu; mais, par leur nature même de forces polaires, elles s'entre-détruisent aussitôt. Le globe terrestre est, si l'on veut, un immense réservoir d'électricité, mais d'électricité neutre. C'est à peine si, en dehors des effets insignifiants, et d'ailleurs passagers, des orages, on s'aperçoit de l'existence de ces forces. Il a fallu que le génie des physiciens intervînt dans les actes où elles se produisent pour les

séparer à temps, les conduire au loin et les forcer à exécuter d'admirables travaux en se recombinant. Au loin, hors du globe, tout cela disparaît. Ce qui reste dans les régions célestes, c'est l'incandescence du Soleil, et c'est à elle que j'ai attribué les phénomènes de répulsion que les queues gigantesques des comètes dessinent si visiblement sous nos yeux ».

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur des trombes observées en mer, à Etretat.* Extrait d'une Lettre de M. **Léon Lalanne** à M. Faye.

« Étretat, le 3 septembre 1882.

» Il y a déjà longtemps que je vous ai entretenu d'un phénomène qui s'est produit sous les yeux d'un nombre considérable de spectateurs, ici même, dans l'étendue restreinte de cette plage à laquelle des beautés naturelles de premier ordre ont donné une véritable renommée. Ce phénomène, dont toutes les phases sont encore présentes à ma mémoire, malgré le nombre considérable d'années qui nous en sépare, vous a paru digne d'être noté, et vous avez bien voulu insister pour que le récit en fût conservé. C'est à raison même de cet éloignement et de l'incertitude de la date que j'avais différé jusqu'à ce jour de me rendre à votre amicale invitation. Une circonstance particulière vient de faire cesser toute hésitation. Des amis qui, à différents intervalles, ont, depuis plus de trente ans, habité comme moi cette jolie station balnéaire, et qui étaient au nombre des spectateurs de l'étrange phénomène que je vais décrire, ont reconnu la parfaite exactitude de la description que j'en retraçais devant eux, et leurs souvenirs, conformes aux miens, me permettent de dire que la date doit être fixée aux premiers jours de septembre 1851.

» L'anse dont la plage d'Étretat occupe le fond affecte la forme d'un segment circulaire dont la corde, dirigée du sud-ouest au nord-est, a une longueur d'environ 1200^{m}, et dont la flèche atteint à peine le tiers de la corde. La plage ainsi ouverte vers le nord-ouest est très déclive, de sorte que, à 400^{m} à peine de la laisse de la basse-mer, on trouve une profondeur de 9^{m} à 10^{m}, suffisante pour le mouillage des anciens vaisseaux de ligne, et même des cuirassés actuels.

» Dans une matinée de septembre 1851, par une température très élevée pour ces parages, 24° à 25°, le ciel étant complètement et uniformément couvert d'une teinte grise ou même noirâtre, pas un souffle d'air ne se faisant sentir, la foule des baigneurs rassemblés sur le galet avait les yeux fixés sur l'horizon, dont l'aspect devenait de plus en plus menaçant, à en

juger par l'intensité croissante de la teinte noire qui l'obscurcissait. Tout à coup, de cette voûte uniforme et en apparence très basse, formée par des nuées épaisses et homogènes, quelques lambeaux de nuages commencèrent à se détacher vers l'horizon. Ces lambeaux, irréguliers d'abord, mais toujours plus épais au contact de la nuée dont ils se détachaient, et s'amincissant à mesure qu'ils descendaient, prirent bientôt une forme plus régulière, et devinrent comme des cônes dont la base partait de la nuée, et dont le sommet se dirigeait vers la mer. Au moment où la pointe s'approchait de l'eau, celle-ci commençait à bouillonner sur une certaine étendue de forme circulaire; et ce cercle d'action devenait lui-même la base d'un autre cône appuyé à la surface des flots, et dont la pointe venait rejoindre celle du cône renversé qui partait de la nue. Le mouvement de tournoiement autour de l'axe commun aux deux cônes devenait de plus en plus sensible, ainsi qu'un mouvement de progression accompagné et probablement occasionné par un vent d'ouest dont l'intensité allait en croissant. *Onze* trombes pareilles se formèrent ainsi en moins d'un quart d'heure, sous les yeux des spectateurs surpris et quelque peu inquiets des conséquences du phénomène, dont la marche était en plein dirigée sur eux. Pour simplifier, j'ai commencé par peindre deux cônes joints par la pointe sur un axe commun. En réalité, la perspective aurait donné une idée plus exacte en figurant un hyperboloïde de révolution à une nappe.

» Enfin, sans éclairs, sans éclats de foudre et uniquement au milieu du fracas d'un vent d'une intensité croissante, qui finissait par souffler en tempête, nous vîmes distinctement une ou deux de ces trombes se briser en forme de pluie diluvienne, contre les rochers saillants de la partie occidentale de la plage, contre la fameuse *Aiguille* et la *Grande-Porte* détachées de l'accore verticale des falaises qui, dans ces parages, atteignent de 100^m à 120^m d'altitude, du niveau moyen de la mer au plateau. Nous-mêmes nous nous trouvâmes bientôt saisis et environnés par des torrents de pluie et des rafales intenses, sans qu'il en résultât d'autre mal que d'être complètement transpercés.

» Tel est, mon cher confrère, le récit exact d'un fait que, sans aucune arrière-pensée scientifique, je le confesse à ma honte, mais enfin avec la légitime curiosité d'un esprit passionné pour les phénomènes de la Nature, j'ai observé de manière à pouvoir, en toute conscience, vous en garantir l'exactitude après trente et un ans. »

M. FAYE fait, au sujet de la Communication de M. *L. Lalanne*, les remarques suivantes :

« On retrouve, dans l'intéressante relation de notre savant Confrère, la puissante influence de l'illusion d'optique qui a fait croire de tout temps aux spectateurs de ces phénomènes, aux marins surtout, que les trombes pompent l'eau de la mer jusqu'aux nues. On y rencontre aussi cette autre illusion assez fréquente qui fait croire que la trombe naît à la fois en bas et en haut par deux tronçons, deux cônes dont l'un descend des nuages, tandis que l'autre s'élève du sol ou de la surface de la mer jusqu'à la rencontre du premier.

» Je rappellerai ici, en quelques mots, l'explication que j'ai donnée de ces apparences. Une trombe est une machine soufflante qui souffle, en bas, de l'air chaud si l'air des hautes régions où elle prend naissance ne contient ni cirrhus ni eau vésiculaire à basse température, et de l'air froid dans le cas contraire. Dans le premier cas, la trombe est invisible (1); dans le second ses contours sont indiqués par la condensation de vapeur qui s'opère sur ses flancs lorsque l'abaissement intérieur de température atteint le point de rosée des couches traversées. Il arrive parfois qu'une trombe de la deuxième catégorie semble être interrompue si elle traverse une couche d'air relativement froide et sèche ; j'en ai cité quelques exemples frappants. Mais il arrive plus souvent qu'au début, quand on la voit descendre du ciel, l'air qu'elle entraîne en bas, dans ses spires descendantes de plus en plus étroites, n'est pas assez froid pour former tout de suite, en bas, une gaine de vapeurs condensées comme celle qui dessine en haut son contour. On n'en voit pas moins, en bas, le travail effectué par cette trombe, en partie invisible, sur le sol ou sur la mer, avant qu'elle paraisse l'avoir touché. On sait en quoi consiste ce travail en mer : il se dessine autour du pied de la trombe, visible ou non, une sorte de buisson formé par les gouttelettes d'eau soulevées avec violence. C'est la trombe qui agit sur l'eau à la manière d'une écope mue circulairement à grande vitesse. Puis, par l'afflux sans cesse renouvelé de l'air froid supérieur, la gaine de vapeurs se complète en bas autour de la trombe, et il semble alors que le tronçon inférieur aille rejoindre, en montant, le cône supérieur qui descend des nues. De là aussi la forme en hyperboloïde de révolution, forme qui tient à ce que

(1) C'est à ce cas que se rattachent le fœhn et les tempêtes sèches de l'Afrique ou du Mexique. L'air amené en bas par ces cyclones est extraordinairement chaud et sec. Dans les déserts de sable, les torrents de poussière soulevés par la trombe, à son pied et autour d'elle, peuvent en rendre les contours visibles par une sorte d'opacité.

l'on confond, avec le pied étroit de la trombe, le buisson beaucoup plus large qui se forme extérieurement autour du pied. Voir, à ce sujet, ma Notice *Sur la loi des tempêtes* dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes pour* 1877, page 496.

» Si l'on veut bien se placer par la pensée au-dessus des nuées et considérer, d'en haut, l'entonnoir du vaste mouvement tournant qui abordait alors les côtes de France, à Étretat, on imaginera facilement l'aspect que présentait la dépression obscure déterminée par ce mouvement tournant dans la nappe brillante des nuages. On y aurait compté onze trous noirs correspondant aux onze trombes que notre Confrère a vues apparaître simultanément comme autant de gyrations partielles. Cet exemple montre, une fois de plus, la facilité avec laquelle des gyrations partielles s'établissent aux dépens d'un vaste mouvement tourbillonnaire qui tend à se décomposer, ou plutôt à se segmenter, sans perdre son caractère gyratoire. C'est le phénomène dont nous sommes si souvent témoins sur le Soleil où nous voyons les taches grandir, puis se segmenter et se décomposer en taches beaucoup plus petites. Il n'y a dans la nature que les gyrations à axe vertical qui présentent ce double caractère. Seulement, quand il s'agit de trombes terrestres, nous voyons le phénomène par en bas, tandis que, sur le Soleil, nous le voyons d'en haut. »

SPECTROSCOPIE. — *Sur la distribution de la chaleur dans les régions obscures de spectres solaires.* Note de M. P. **Desains.**

« Au mois d'avril dernier, j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie les résultats que j'avais obtenus en étudiant la distribution de la chaleur solaire dans la partie obscure des spectres formés avec des prismes de sel gemme de 60°. J'avais différé la publication des résultats relatifs au flint et au crown dans l'espérance de pouvoir joindre les observations de cet été à celles des années antérieures. Le mauvais état du ciel ne m'a point permis de mesures régulières, et je me bornerai à citer des séries relatives à l'année 1881. Les nombres qu'elles ont fournis confirment, du reste, l'ensemble de ceux que j'avais plus anciennement obtenus. L'angle réfringent de mes prismes est toujours très sensiblement égal à 60°. Lorsque l'incidence est telle que la raie B soit au minimum, les distances de la raie A aux autres raies principales du spectre ont les valeurs indiquées dans les deux tableaux suivants. Le symbole $A - x$ représente la distance angulaire de la raie A à la raie x que l'on considère.

Désignation des intervalles.	Valeur pour le flint.	Valeur pour le crown.
A – *a*	10′	5′
A – B	19	11
A – C	30	16
A – D	58	30
A – E	1°42	49
A – *b*	1°45	51

» Dans le tableau suivant nous inscrirons les valeurs numériques qui font connaître la distribution de la chaleur dans les spectres donnés par le crown et par le flint aux époques indiquées. Ce tableau contient quatre lignes de nombres : la première et la troisième sont marquées des signes d et d'; elles donnent en minutes les distances de la raie D aux raies ou bandes froides étudiées. La seconde et la quatrième, marquées des signes i et i', donnent les intensités relatives de ces bandes.

Prisme de crown (époques 11, 12 et 13 juillet 1881).

d	15	18	24	31	34,5	44,5	50,5	60,5	80,5	92	117,4	127,4	147
i	20	19	22	26,6	23,5	17	19	15	5,5	10	0	2,5	0

Prisme de flint (17 et 19 juillet 1881).

d'	42	45	55	58	68	73	77,2	82	88	92,5	96
i'	20	18	16	23	26,5	24	25	24	16	20	16

d'	100	103	108	122	130	142	157	170	175	185
i'	25	21,5	26	16,5	20	6	15,5	7	2	0

» Il est essentiel de remarquer que les conditions atmosphériques étaient sensiblement les mêmes les 11, 12 et 13 juillet 1881 d'une part, et les 17 et 19 juillet 1881 d'autre part.

» Pour le crown comme pour le flint on a représenté arbitrairement par 20 l'intensité au point de départ, mais sans vouloir indiquer par là que pour le crown l'intensité à 15′ de la raie D fût égale à l'intensité observée à 42′ de la raie D dans le cas du flint.

» Dans les expériences qui ont conduit à ces Tableaux, on se réglait de la manière suivante. La raie B étant au minimum de déviation, on commençait par mettre la pile dans une position telle que D coïncidât avec l'ouverture de la pile; on lisait les verniers et l'on mesurait les distances angulaires des minima ou maxima successifs au point de départ. Le degré de précision que l'on obtient dans cette mesure dépend surtout de la distance de la pile au prisme; quand cette distance est de $0^m,33$, le dixième de millimètre vaut très sensiblement une minute, et comme l'ouverture de la pile avait, en général, de $0^{mm},3$ à $0^{mm},5$ de largeur, je ne crois pas ré-

pondre, dans la mesure des distances angulaires, d'un angle inférieur à 2'.

» Quelques autres remarques doivent encore être faites sur les Tableaux précédents :

» 1° La position que j'ai toujours prise pour rouge extrême est telle que le milieu de la pile est entre B et C, mais plus près de B que de C.

» 2° Avec le crown, la profondeur de la raie située à 117',5 de la raie D est fort remarquable; en ce minimum la courbe touche l'axe des x pour se relever ensuite d'une façon très accusée.

» 3° Enfin le spectre du flint et celui du crown se prolongent du côté des rayons à grande longueur d'onde, beaucoup plus que celui du sel gemme. Il est vraiment curieux de voir ce dernier spectre ne pas s'étendre en moyenne à plus de 80' du rouge extrême, tandis que celui du flint est nettement perceptible par de beaux temps jusqu'à 1°40' de cette limite. Il y a là une manifestation remarquable de la différence des lois de dispersion de ces substances.

» A l'occasion de ce travail, j'ai fait construire un appareil qui permet de déterminer commodément et sûrement la distance angulaire d'une raie quelconque du spectre lumineux à l'une des bandes froides du spectre obscur. Dans sa forme générale, l'appareil ne diffère pas d'un spectroscope à un prisme, mais l'oculaire ordinaire de la lunette est remplacé par une pièce toute spéciale. Cette pièce consiste en une sorte de boîte ayant la forme d'un prisme rectangulaire à base carrée se fixant à vis sur le tube porte-objectif. La face de la boîte qui est tournée vers l'objectif est dans le plan focal de celui-ci; elle est ouverte d'une fente longitudinale assez large et devant laquelle se meut, à crémaillère, une lame de cuivre qui est percée elle-même dans sa partie centrale d'une fente étroite d'environ $0^m,0005$ de largeur et de $0^m,06$ de hauteur. Au-dessus et au-dessous de cette fente sont deux ouvertures circulaires de $0^m,01$ de diamètre qui portent deux réticules à fils fins. Les croisées de ces fils sont au centre des ouvertures circulaires et sur le prolongement de la ligne médiane de la fente. La face postérieure de la boîte porte l'oculaire proprement dit. Lorsque, par le mouvement de la crémaillère, on a amené sur une raie les croisées des fils du premier réticule, la raie se trouve encore à la croisée des fils du second réticule, et elle coïncide avec la ligne médiane de la fente; on conçoit dès lors que, si l'on fixe à demeure une pile linéaire contre cette fente, rien ne sera plus simple que d'amener la ligne médiane de ladite pile à coïncider rigoureusement avec telle raie ou telle bande que l'on voudra.

» L'une des faces latérales de la boîte oculaire est munie d'une porte que l'opérateur ouvre et ferme à sa volonté. L'autre face est percée d'une fente à travers laquelle passent librement les fils de la pile.

» J'ajouterai à ces détails que sur la fente du collimateur je concentre les rayons solaires avec une lentille cylindrique. Enfin, pour bien voir les raies depuis D jusqu'à la raie A, il suffit de placer entre l'héliostat et la lentille cylindrique une auge à faces de glace planes et parallèles et renfermant une solution convenablement concentrée d'iode dans le chloroforme.

» On peut également mettre à l'œilleton de l'oculaire des verres convenablement choisis et qui éteignent en partie la lumière trop éclatante du jaune et du jaune verdâtre. »

M. **Alph. Milne-Edwards** annonce à l'Académie que l'aviso de l'État *le Travailleur*, sur lequel était embarquée une Commission scientifique chargée d'étudier la faune sous-marine de l'Océan, est revenu en France après avoir exploré le golfe de Gascogne, les côtes occidentales de la péninsule ibérique et du Maroc, l'île Madère et les îles Canaries.

MÉMOIRES LUS.

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *La fièvre typhoïde à Paris. Période de* 1875 *à* 1882 (1er *semestre*). Mémoire de M. **de Pietra-Santa**. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi au Concours de Statistique.)

« I. Dans le Mémoire que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, je commence par étudier la valeur des deux principales théories admises aujourd'hui pour établir l'étiologie de la fièvre typhoïde.

» La théorie anglaise, dite de l'*origine fécale* de l'*enteric fever*, reconnaît comme facteurs essentiels : la contagion directe, par les intestins du malade, et l'élaboration des matières morbigènes, soit dans les divers tuyaux de drainage de la maison, soit dans les collecteurs des eaux d'égout. Pour les auteurs anglais, toute fièvre typhoïde trouve sa cause et sa raison d'être : 1° dans une eau potable impure et contaminée; 2° dans des exhalaisons d'égout ou des miasmes émanés des latrines et des fosses d'aisances.

» La théorie française admet parfaitement que la fièvre typhoïde peut se développer spontanément par infection ou spécifiquement par conta-

gion ; mais, en s'appuyant sur l'observation clinique, elle soutient que les causes les plus diverses peuvent donner naissance à des épidémies de fièvre typhoïde. En conséquence, la grande majorité des auteurs français n'accepte pas l'affirmation de l'*unicité* du poison typhoïgène.

» Une atmosphère animalisée et puante, un espace restreint, plus ou moins clos, une accumulation d'ordures et de molécules putrides, des émanations fétides, sont certainement une merveilleuse préparation pour recevoir la fièvre typhoïde; mais, si la propagation de la fièvre par des germes morbides répandus dans l'atmosphère est *possible*, cette propagation n'est pas *constante* et ne s'exerce pas d'une manière *simple* et *régulière*.

» L'histoire des épidémies de fièvre typhoïde dans l'armée dément, d'une manière formelle, la doctrine anglaise de la simplicité et de l'unicité d'étiologie. Pour nos médecins militaires, la maladie est toujours sous la dépendance d'un faisceau d'influences les plus diverses, agissant sur des sujets *spécialement prédisposés* par leur âge (vingt et un ans); arrivant de la campagne et *non encore acclimatés* au séjour des grands centres de population; agglomérés de façon à tomber sous le coup de l'*encombrement* et de l'*auto-infection*.

» En résumé, je crois pouvoir formuler ainsi cette opinion : La multiplicité des influences typhoïgènes, leur accumulation dans les épidémies à évolution rapide et à mortalité considérable, et, enfin, leur dissociation dans les groupes humains soustraits au milieu morbifique, indiquent clairement que la cause de la fièvre typhoïde est *inconsistante* et *décomposable*, et que, dans la généralité des cas, elle ne se synthétise pas en un *agent unique, préformé*, offrant les attributs de causes exclusives ou spécifiques.

II. L'enquête minutieuse que j'ai faite, au moyen de documents fournis par les bureaux d'hygiène et de statistique médicale des diverses capitales de l'Europe, a mis en relief les faits suivants :

» 1° L'existence, dans les grands centres de population, d'une fièvre qui malgré les dénominations diverses qu'elle reçoit dans ces différents pays, possède une physionomie spéciale et caractéristique, dite *état typhique* ou *typhoïde*;

2° La recrudescence, à des époques variables (entre les mois de juillet et de novembre), de la maladie qui existe partout dans des conditions d'endémicité, recrudescence parfois assez notable pour prendre les apparences d'une véritable épidémie;

3° La diminution constante et progressive de l'état endémique de la

fièvre typhoïde, en nombre et en gravité, au fur et à mesure que les grands travaux d'assainissement et d'hygiène générale ont reçu un développement plus considérable et plus intelligent (Londres, Turin, Munich, Zurich, Dantzig, Breslau, etc., etc.).

» III. A Paris, depuis plusieurs années, la fièvre typhoïde prend des proportions de plus en plus inquiétantes.

» La proportion des fièvres typhoïdes, par rapport à la mortalité générale (pour toutes causes), qui était de 1865 à 1867 de 1,90 pour 100 décès, est en 1875 de 2,30 pour 100 et en 1876 de 4,08 pour 100. Le nombre des décès typhiques a été de 1056 en 1880; de 2130 en 1881 et de 989 pendant le premier semestre de 1882, ce qui représente une proportion de 4,60 décès typhiques par 100 décès généraux.

» Les statistiques médicales, fournies par la Préfecture de la Seine et par le Conseil d'hygiène et de salubrité, démontrent:

» 1° Que c'est régulièrement dans les mois d'avril et de novembre que la fièvre typhoïde fait le plus de victimes à Paris;

» 2° Que la distribution de la fièvre typhoïde est inégale dans les divers arrondissements;

» 3° Qu'il n'existe pas de rapport direct et constant entre le chiffre des décès par fièvre typhoïde et les chiffres de la population de l'arrondissement, de sa superficie, de sa densité de population, de sa mortalité générale.

» Effectivement : en 1876, les arrondissements qui ont eu la plus forte mortalité typhique (50 décès et au delà), les XVIIIe, X^e, IIIe, IVe, XIe, XIIe, représentent sur une carte de Paris une bande, descendant du Nord au Sud, intermédiaire entre le XIXe et le XXe arrondissement à l'Est, et les autres arrondissements à l'Ouest.

» En 1877, cette bande devient circulaire, autour des arrondissements du centre de Paris (Ier, IIe, IIIe, IVe et VIe) et comprend les Xe, VIIIe, VIIe, XVe, VIe et XIIe arrondissements.

» Si l'on dresse une carte graphique comprenant la période entière, 1875 à 1882 (1er semestre), la mortalité typhique se trouve au maximum dans les quatre arrondissements du Nord : XVIIe, XVIIIe, X^e et XIXe et dans deux arrondissements situés à l'Est, XIe et XIIe.

» J'ai alors dressé un tableau, indiquant, par ordre numérique de 1 à 20, les arrondissements de Paris, en rapport avec leur population, leur superficie, leur mortalité générale et leur mortalité typhique. Sur ce tableau, j'ai pu constater, d'une manière évidente, le bien fondé de mes premières observations. Voici, du reste, quelques exemples:

Arrondissements	Echelle de population.	de superficie.	de mortalité générale.	de décès typhiques.
VIIIe........	14	11	19	1
XIe........	1	12	1	18
XXe........	9	6	4	20
V^e.........	6	14	7	5

» Ainsi le XIe arrondissement, le plus peuplé, le douzième en superficie, qui a subi la plus forte mortalité générale, n'occupe que le dix-huitième rang pour la mortalité par fièvre typhoïde.

» Par contre, le VIIIe arrondissement, le quatorzième comme population, le onzième en superficie, l'un des plus favorisés au point de vue de la mortalité générale (dix-neuvième), arrive au premier rang pour la mortalité typhique.

» En résumé, la statistique médicale vient à l'appui de l'observation clinique, pour démontrer l'impossibilité de rattacher la fièvre typhoïde à une cause unique, l'*origine fécale* de l'Ecole anglaise. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE. — *Considérations théoriques et pratiques sur les phénomènes de l'induction électromagnétique. Applications aux types des machines les plus répandues.* Mémoire de M. **G. Le Goarant de Tromelin**, présenté par M. du Moncel. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Becquerel, Cornu, du Moncel.)

« Dans la première Partie de mon Mémoire, j'établis les formules de l'intensité et de la force électromotrice des machines, en supposant que l'induit ne renferme pas de fer doux, et en fonction des éléments de construction. Je trouve ainsi : pour le genre Siemens,

$$(1)\qquad e = \frac{2\,\mathrm{HLK}\cos\alpha\varphi}{g^2};$$

pour le genre Gramme,

$$(2)\qquad e = \frac{\mathrm{LK}\cos\alpha}{g^2}(\mathrm{H}\varphi - \mathrm{H}'\varphi'),$$

c étant la force électromotrice;

H l'intensité du champ magnétique traversé par les fils pour le genre Siemens, ou par les fils extérieurs pour le genre Gramme;

H' l'intensité du champ traversé par les fils intérieurs de l'anneau, pour le type Gramme ;
K la demi-section des fils par un plan perpendiculaire à l'axe de rotation ;
L la longueur de l'une des parties d'une spire, parallèle à la génératrice du cylindre ou de l'anneau ;
v la vitesse linéaire des fils extérieurs ;
v' celle des fils intérieurs ;
g^2 la section des fils soumis à l'induction ;
$\cos\alpha$ un coefficient moyen, dépendant du nombre de sectionnements de l'induit et de leur position par rapport aux lignes de force.

» Rétablissant ensuite l'armature de fer doux dans l'induit, je trouve, par une nouvelle méthode : pour le genre Siemens,

$$(3) \qquad e'' = \frac{2 H_1 LK \cos\alpha v}{g^2}$$

et, pour le genre Gramme,

$$(4) \qquad e'' = \frac{LK\cos\alpha}{g^2}(H_1 v + H_1 v').$$

» En additionnant (1) et (3), puis (2) et (4), on obtient les forces électromotrices totales :

» Pour le genre Siemens,

$$(5) \qquad E = \frac{2 HLK \cos\alpha v}{g^2}(H + H_1).$$

» Pour le type Gramme,

$$(6) \qquad E = \frac{LK\cos\alpha v}{g^2}(H + H_1) - \frac{LK\cos\alpha v'}{g^2}(H' - H_1).$$

» Les formules (5) et (6) montrent que l'armature de fer, dans l'induit, n'agit qu'en renforçant le champ magnétique, et que le courant produit aurait la même intensité, si le fer était fixe et si l'on donnait, aux fils induits seuls, la vitesse que possède l'ensemble.

» Elles montrent que, dans la machine de Gramme, l'armature n'agit pas comme écran, en empêchant l'induction de se produire sur les fils intérieurs de l'anneau, mais que, par la force électromotrice que sa présence développe, elle annule en partie la force électromotrice inverse qui se produit dans les fils intérieurs.

» Le premier terme du second membre de la formule (6) représente la force électromotrice due aux fils extérieurs ; le deuxième terme, celle qui est due aux fils intérieurs. Le courant résultant est donc la différence de

deux courants, proportionnels au champ traversé et à la vitesse linéaire que possèdent les fils induits.

» Le champ magnétique total étant influencé par le courant qui circule dans l'induit, il faut tenir compte de la réaction produite sur le champ.

» Je calcule ensuite les nouvelles valeurs que prennent la force électromotrice et l'intensité, lorsque, dans un générateur d'électricité, dont on suppose le champ inducteur constant, on remplace la bobine induite existante par une autre, identique de forme et de volume, mais bobinée avec du fil d'un diamètre différent, ou bien de dimensions différentes, mais semblable géométriquement à la première.

» Je montre ensuite qu'avec un générateur mû par la vapeur on peut obtenir E constant, I variant en raison inverse de la résistance totale, si la machine est munie d'un régulateur de vitesse ; ou bien que l'on peut obtenir I constant indépendamment de la résistance extérieure, E variant proportionnellement à cette résistance, si la machine à vapeur fonctionne avec sa valve de vapeur ouverte en grand, à condition que l'on suppose l'effort moyen transmis constant et les champs magnétiques saturés ou constants.

» La théorie générale de ces machines se dégage naturellement de ces considérations.

» Je termine par l'étude des efforts tangentiels et du travail que l'on a à vaincre, résultant des réactions électrodynamiques qui se produisent dans les générateurs d'électricité.

» Une partie de ces dernières propositions avait déjà été trouvée par M. M. Deprez, qui avait pris un autre point de départ et n'avait considéré que l'action des courants sur les courants. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Action exercée par l'hélénine sur les bacillus de la tuberculose.* Note de M. DE KORAB, présentée par M. Bouley.

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie, à laquelle s'adjoindront MM. Pasteur et Bouley.)

« Nous avons fait récemment à la Société de Biologie une Communication sur l'action de l'hélénine dans les maladies des voies respiratoires. Nos expériences physiologiques, confirmées par de nombreuses observations cliniques recueillies tant en France qu'à l'étranger, nous ont encouragé à poursuivre l'étude de cette substance sur les bacillus eux-mêmes de la tuberculose.

» Pour faire nos expériences, il nous a fallu d'abord isoler les bacillus et les cultiver. A cet effet, nous avons pris, pour terrain de culture, du sérum de sang de bœuf, extrêmement pur, et c'est sur ce terrain que nous avons cultivé nos bacillus provenant de tissus spontanément pathologiques ou de tissus dans lesquels nous avions provoqué expérimentalement l'état tuberculeux.

» Pour ce premier essai, dix tubes à réactions ont été remplis de ce sérum jusqu'à la moitié du tube à peu près ; l'ouverture en a été bouchée avec de la ouate. Nous avons chauffé ces tubes à 58°, une heure par jour, sept jours de suite; nous avons réussi de la sorte à stériliser ce sérum. Le septième jour, donnant au tube une direction inclinée, nous avons laissé monter la température à 65°, pour coaguler le contenu.

» Alors, après avoir ouvert au galvanocautère un des cobayes que nous avions rendu tuberculeux, en partie par inhalation, en partie par inoculation de crachats de phtisiques, nous avons pris, avec une pince chauffée au rouge, de petits tubercules gris ou de petites masses tuberculeuses; nous les avons introduites dans les tubes sur la surface du sérum et nous avons bouché vivement les tubes avec de la ouate. Nous avons versé de l'hélénine dans trois d'entre eux.

» Tous les tubes ont été plongés plus tard dans un bain à 37°, chauffé par un appareil régulateur à gaz.

» Huit jours après, on examina les tubes macroscopiquement avec un grossissement de 35 à 40, et l'on aperçut des petits points disposés en S et se détachant comme des écailles sur la surface de la préparation. Au microscope, avec un grossissement de 400 à 500, on constata que ces points étaient formés par de petites colonies de bacillus. Ces bacillus ne se sont pas développés dans les trois tubes auxquels nous avions ajouté de l'hélénine. Cette substance avait-elle entravé la vitalité de ces organismes? Probablement, car tous les tubes se trouvaient dans les mêmes conditions expérimentales. Il s'agit donc de prouver que les sept premiers tubes contenaient bien réellement des bactéries de tuberculose arrivées à leur complet développement, et que les trois derniers ne contenaient plus que des individus inertes.

» Pour faire cette preuve, il nous a fallu recourir à des expériences sur des animaux.

» *Première expérience.* — Dix cobayes, n'ayant pas encore servi, furent mis en expérience; sept d'entre eux furent inoculés avec le produit de la culture mélangé avec du sérum, lequel avait été récemment obtenu par injections sous-cutanées, faites dans la paroi abdominale, près des glandes inguinales. Huit jours après, des glandes inguinales commen-

cèrent à se gonfler; les animaux perdirent l'appétit et maigrirent. Quatre d'entre eux moururent du dixième au douzième jour. C'est alors que nous avons sacrifié les suivants. A l'autopsie, nous avons trouvé que les viscères et principalement le poumon étaient parsemés de tubercules miliaires; les glandes inguinales étaient caséeuses.

» Par contre, les trois derniers animaux auxquels nous avons injecté la matière tuberculeuse, qui pendant huit jours se trouvait dans les tubes en présence de l'hélénine, ne présentaient pas de lésions tuberculeuses.

» *Deuxième expérience.* — Expériences semblables, sur dix autres cobayes, avec des cultures de crachats de phtisiques, provenant directement de l'homme. Mêmes résultats.

» *Troisième expérience.* — A dix cobayes nous avons injecté directement, dans la cavité abdominale, du sérum dans lequel se trouvaient des bacillus. Nous avons toujours eu soin de chauffer notre seringue à expérience à 150°. Cinq de ces dix animaux sont morts du huitième au dixième jour. A l'autopsie nous avons constaté qu'il y avait épaississement de l'épiploon, avec infiltration de masses jaunâtres remplies de bacillus. Aucune de ces lésions expérimentales ne s'est produite chez les cinq autres cobayes, à la boisson desquels nous avions ajouté une petite quantité d'hélénine : trois centigrammes par jour et par malade.

» *Quatrième expérience.* — Nous avons injecté les bacillus à quatre lapins dans la chambre intérieure de l'œil, ainsi que l'a déjà fait antérieurement M. Deutschmann, et nous avons vu se produire chez eux la tuberculose de l'iris avec panophtalmie.

» Nous avons laissé la maladie suivre son cours chez deux de ces animaux. Quant aux deux autres, à partir du dixième jour, nous les avons soumis à des injections régulières de $0^{gr},02$ d'hélénine par jour; ces deux derniers ne sont pas morts; et même, la tuberculose de l'iris s'est modifiée favorablement, avec tendance à la guérison.

» Ces faits semblent indiquer que l'on pourra se servir de l'hélénine pour combattre les bacillus, notamment ceux de la tuberculose; et, s'il est vrai que les bacillus soient les véhicules de cette maladie, les propriétés éminemment toxiques de l'hélénine, à l'égard de ces organismes, trouveraient peut-être quelques applications heureuses. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *De la bactéridie syphilitique; de l'évolution syphilitique chez le porc.* Mémoire de MM. **L. Martineau** et **Hamonic**, présenté par M. Bouley. (Extrait par les auteurs.)

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie, à laquelle s'adjoindront MM. Pasteur et Bouley.)

« En résumé, le 29 avril 1882, nous excisons un chancre induré, que nous plaçons dans un ballon contenant une certaine quantité de bouillon de culture préparé suivant les indications données par M. Pasteur pour la recherche et l'étude des microbes. A midi, nous commençons notre opération; à 3^h, le liquide de culture contient quelques flocons qui troublent sa transparence; à 6^h30, un petit dépôt grisâtre se forme au fond du vase, et le 30 avril, à

10^h du matin, nous constatons la présence de nombreuses bactéridies. Pour assurer la réalité de cette bactéridie syphilitique, nous injectons, dans le tissu cellulaire de la région pénienne d'un porc âgé de 5 mois environ, avec une seringue de Pravaz, une certaine quantité du liquide contenant les bactéridies.

» Le lendemain de cette injection, nous constatons dans le sang de l'animal la présence de bactéridies analogues. Un mois environ après l'inoculation, des manifestations cutanées syphilitiques (syphilides papulo-squameuses) se développent sur l'abdomen, en même temps que les poils tombent.

» N'ayant aucune donnée sur la syphilis du porc, et afin d'affirmer la réalité de l'affection inoculée à ce premier animal, au moyen de la bactéridie syphilitique, nous instituons une deuxième expérience qui doit nous servir de comparaison.

» A cet effet, à l'aide d'une aiguille à vaccin chargée de sérosité recueillie sur un chancre infectant, nous pratiquons une inoculation dans la peau de la région pénienne d'un jeune porc âgé de quelques semaines.

» Quatre jours après cette inoculation, l'examen du sang de l'animal démontre l'existence d'une bactéridie analogue à celle de la première expérience. Quatorze jours après, les manifestations cutanées syphilitiques (syphilides papuleuses) apparaissent sur l'abdomen. D'abord isolées, elles se généralisent, persistent pendant plusieurs jours, puis elles disparaissent complètement, deux mois après l'inoculation.

» De même, après plusieurs semaines, l'examen microscopique du sang a démontré l'absence de la bactéridie.

» Afin de nous assurer de la transmission de la syphilis à d'autres animaux, au moyen des bactéridies trouvées dans le sang des deux porcs, nous les cultivons, et avec l'aide de M. le professeur Nocard (d'Alfort), nous injectons, au moyen de la seringue de Pravaz, dans le tissu cellulaire sous-cutané de la région pénienne d'un jeune porc et d'un chevreau, ce liquide de culture. Ces expériences n'ont donné jusqu'à ce jour (23 août) aucun résultat. Le sang, examiné avec le plus grand soin par ce savant professeur, n'a jamais présenté de bactéridies.

» Tel est le résumé succinct des expériences que nous avons commencées le 29 avril dernier.

» Si nous comparons nos deux expériences (1° inoculation à un porc de la bactéridie développée par la culture d'un chancre infectant; 2° inoculation à un autre porc de la sérosité recueillie sur un chancre infectant), nous constatons leur similitude, tant au point de vue du développement de la bactéridie dans le sang qu'à celui des manifestations cutanées syphilitiques.

» On ne peut donc mettre en doute la réalité de la bactéridie syphilitique. Nous n'avons pas besoin de faire ressortir toute l'importance que cette découverte comporte, au point de vue de la prophylaxie et de la thérapeutique de la syphilis. Nous nous proposons de continuer nos études, et d'informer l'Académie dès que nous aurons obtenu de nouveaux résultats. Nous nous proposons de même de poursuivre l'étude de la syphilis chez les animaux, étude qui ne paraît pas avoir été faite complètement jusqu'à ce jour et qui nous paraît des plus intéressantes si nous considérons les faits dont nous avons donné la relation. Outre que l'évolution de la syphilis paraît être plus rapide chez les animaux que chez l'homme, il semble que cette maladie constitutionnelle ne se présente pas chez les animaux, notamment chez le porc, avec toute la série des accidents qui appartiennent à la syphilis humaine. Tous les animaux enfin ne paraissent pas aptes à contracter la syphilis; on peut même dire que la plupart sont réfractaires à la contagion syphilitique, et que ceux qui ont été considérés comme ayant une certaine aptitude présentent une résistance plus ou moins grande aux effets du virus syphilitique. Chez le porc notamment, s'il est vrai que le virus syphilitique puisse lui être inoculé directement de l'homme, il est non moins vrai, d'après nos expériences, qu'il n'est pas inoculable de porc à porc, ou de porc à un animal d'une autre espèce, tel que le singe par exemple. Cette non-transmissibilité d'animal à animal paraît être du reste en rapport avec l'évolution rapide des manifestations syphilitiques, avec la disparition rapide des bactéridies et avec la guérison assez prompte de la maladie constitutionnelle.

» Cette difficulté dans la transmission de la syphilis entre les animaux nous donne en outre l'explication de la rareté de cette maladie, en dehors de l'homme, et de la difficulté qu'éprouvent les expérimentateurs dans la résolution des nombreux problèmes qu'elle soulève. C'est pourtant à les résoudre que nous allons nous appliquer, en poursuivant nos recherches sur les différents points traités dans cette Communication, avec l'espoir de donner à l'Académie des résultats complets. »

M. L. Paillet adresse, de Marseille, une Lettre relative à ses recherches sur la maladie de la vigne.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur le problème de Kepler.* Note de M. **A. de Gasparis.**

« J'ai déduit de mon Mémoire (*Rendiconto della Reale Accademia delle Scienze di Napoli*, dic. 1881) une série pour la solution du problème de Kepler. Les symboles μ, ε sont les anomalies moyenne et excentrique, en parties du rayon, et comptées de l'aphélie. J'ai trouvé, e étant l'excentricité,

$$\mu - \varepsilon = \frac{\mu e}{1+e}\left[1 - \frac{\mu^2}{6}\frac{1}{(1+e)^3} - \frac{\mu^4}{120}\frac{9e-1}{(1+e)^6} - \frac{\mu^6}{5040}\frac{225e^2-54e+1}{(1+e)^9} - \frac{\mu^8}{362880}\frac{11025e^3+4131e^2+243e-1}{(1+e)^{12}} - \ldots\right].$$

» En supposant l'anomalie moyenne 48°, $e = 0,7$, on trouve l'anomalie excentrique 28°43′28″, 5, qui satisfait rigoureusement.

» Dans la série, le terme qui suit est

$$-\frac{\mu^{10}}{110.362880}\frac{893025e^4-457200e^3+50166e^2-1008e+1}{(1+e)^{15}},$$

dont je ne crois pas que l'on doive jamais faire usage. »

MÉCANIQUE. — *Balance d'oscillation employée pour le calcul des moments d'inertie.* Note de M. **E. Brassinne.**

« 1° Une masse M oscille autour d'un axe horizontal, distant de son centre de gravité d'une quantité a. Un pendule simple, dont les petites oscillations sont de même durée, a une longueur l telle que $l = a + \frac{k^2}{a}$, d'où $Mla = M(a^2 + k^2)$, relation qui exprime sous deux formes le moment d'inertie de la masse par rapport à l'axe de suspension.

» Si le même corps a diverses positions par rapport à l'axe d'oscillation, la quantité k variera très sensiblement, et si a ne change pas, en faisant $l - a = \rho$, la première relation prend la forme $\frac{1}{\sqrt{\rho a}} = \frac{1}{k}$, qui montre que la valeur réciproque de la moyenne géométrique, entre la distance a du

centre de gravité à l'axe et la distance ρ du centre de gravité au centre d'oscillation, est toujours égale au rayon d'un ellipsoïde central.

2° Les moments Mk'^2 relatifs à des axes passant par le centre de gravité du corps peuvent être évalués au moyen d'un appareil très simple, que je nomme *balance d'oscillation*, et dont il est aisé de comprendre la construction.

» Une tige verticale traverse l'axe horizontal de suspension, qu'elle dépasse un peu. Sa partie inférieure est reliée à une couronne circulaire graduée, qui supporte un petit plateau mobile sur lequel le corps est posé. Chaque expérience d'oscillation donne la valeur du moment d'inertie autour d'une parallèle à la suspension passant par le centre de gravité, parallèle qui variera par une rotation convenable du plateau.

» Un poids déterminé, suspendu à l'extrémité supérieure de la tige, s'inclinera et donnera le moyen d'obtenir les distances Δ, D, D' du centre de gravité de l'appareil vidé, chargé, ou du corps en expérience, à l'axe horizontal de suspension.

» L'oscillation de l'appareil vide fournit une longueur pendulaire λ, et un moment d'inertie $\mu\lambda\Lambda$ (μ est la masse de l'appareil). Si la balance est chargée, la longueur pendulaire l donnera pour le moment d'inertie de tout le système $(\mu + M)LD$. La différence des deux moments sera le moment d'inertie de la masse M ou la valeur $M(D'^2 + k^2)$.

» Des expériences feront connaître le degré d'approximation qu'on peut obtenir par le procédé ci-dessus indiqué. »

SPECTROSCOPIE. — *Recherches sur le spectre d'absorption de l'atmosphère terrestre*. Note de M. **Egoroff**, présentée par M. l'amiral Mouchez.

« M. l'amiral Mouchez m'ayant autorisé à continuer à l'Observatoire de Paris les expériences commencées l'année dernière et dont les résultats ont été communiqués à l'Académie, j'installai le télescope Foucault dans la grande coupole (tour de l'Est), de manière à pouvoir le diriger vers tous les points de l'horizon. Dans mes précédentes expériences, j'avais déjà constaté que la lumière électrique envoyée du Mont-Valérien donnait un spectre où se distinguent parfaitement un grand nombre de raies d'absorption; j'avais également, par des mesures précises, identifié la plupart de ces raies avec celles du spectre solaire; il me restait à étudier l'ordre de leur disparition à mesure que la couche d'air traversée diminue d'épaisseur et à trouver pour cette épaisseur la limite où elles cessent toutes d'être

visibles. Ces données sont indispensables pour me guider dans mes recherches ultérieures. Toutes les observations et déterminations ont été faites en commun avec M. Thollon, qui s'est empressé de mettre à ma disposition, pour ces opérations délicates, son expérience et ses appareils.

« *Première série d'expériences.* — Lumière électrique envoyée du Mont-Valérien (10^{km}) avec réflecteur Mangin, observée avec deux prismes Thollon, montés en spectroscope et donnant une dispersion de dix prismes ordinaires. Spectre magnifique et très brillant où se distinguent parfaitement un très grand nombre de raies. Entre D_1 et D_2 on en compte aisément quatre. A droite et à gauche de D, surtout du côté rouge, elles sont extrêmement nombreuses et très nettes. Le groupe α se voit presque au complet. La région C est aussi très riche. B montre son massif en partie résolu suivi de 11 couples très régulièrement espacés, et des raies nombreuses qui le séparent de a. Les deux massifs de a se montrent aussi résolus en lignes très noires. Enfin A se distingue parfaitement en mettant devant l'oculaire un verre de cobalt pour absorber la lumière diffuse. On voit non seulement le massif, mais encore les couples qui lui donnent une si parfaite ressemblance avec B. Avec le réseau on a moins de lumière et moins de dispersion. Le temps nous a manqué pour faire des mesures. Du reste, les groupes étaient si bien caractérisés et si faciles à reconnaître que toute méprise était impossible.

» *Deuxième série.* — Lampe à pétrole avec réflecteur établie à Montsouris (1600^m), observée avec un spectroscope de M. Lutz où l'on mettait, soit un prisme ordinaire, soit un réseau. Spectre assez lumineux, mais ne s'étendant guère dans le rouge au delà de B, seule raie que nous ayons pu voir. La lampe à pétrole est remplacée par une lampe Drummond. Nous distinguons alors très bien B, a et A. Entre B et a on peut pointer deux raies faibles et nébuleuses, on distingue à peine α et, dans les régions D et C, nous apercevons quelques traces de raies d'absorption.

» *Troisième série.* — Lampe Drummond placée à l'école Arago (240^m), observée avec le spectroscope de Lutz. Le spectre se compose de deux raies : a très faible, qu'une violente averse survenue durant l'expérience a semblé avoir renforcée, et A toujours bien accusée.

» *Quatrième série.* — Lampe Drummond placée dans le jardin de l'Observatoire, à 80^m du télescope. A se voit encore, mais avec beaucoup de peine : toutes les autres raies ont disparu.

» On a déjà fait des travaux très importants sur les raies telluriques du spectre solaire, mais le complément nécessaire de ces travaux est la détermination exacte des éléments de l'atmosphère qui produisent chacune de ces raies.

» Ce n'est qu'en expérimentant isolément et dans des conditions convenables sur l'azote, l'oxygène, la vapeur d'eau, etc., qu'on résoudra d'une manière définitive cet important problème. Les expériences décrites ci-dessus avaient pour but de m'éclairer sur les conditions à remplir pour opérer avec chance de succès. L'étude des phénomènes d'absorption propres à chacun des éléments de l'atmosphère ne me semble plus une

chose impraticable, et je suis plus que jamais résolu à la poursuivre. Mais, parmi ces éléments, la vapeur d'eau joue certainement un rôle des plus importants. Or M. Janssen, dans sa mémorable expérience de la Villette, en 1866, a étudié les phénomènes d'absorption de ce corps; il a donné un résumé des résultats qu'il a obtenus en annonçant la publication ultérieure des résultats définitifs. Cette publication, qui n'a pas encore été faite, serait certainement précieuse pour tous les spectroscopistes et comblerait une lacune d'autant plus regrettable qu'il y a là en quelque sorte une question réservée (¹). »

OPTIQUE. — *Étude expérimentale de la réflexion des rayons actiniques : influence du poli spéculaire.* Note de M. DE CHARDONNET, présentée par M. A. Cornu.

« J'ai photographié, avec des instruments en quartz et en spath d'Islande, le spectre des rayons réfléchis sur un certain nombre de substances. Lorsqu'il s'agissait d'un liquide, ou d'un solide susceptible de recevoir le poli spéculaire, le pinceau lumineux était réfléchi sur le miroir, ou sur une cuve horizontale, et étudié sous des incidences de 55° et de 85° environ. Quand la matière essayée ne pouvait être polie, je la mettais à la place du miroir de mon héliostat pour éclairer la fente.

» En prolongeant suffisamment les poses, j'ai pu m'assurer qu'il n'existe pas d'absorption élective absolue; le noir de fumée lui-même, déposé en couche opaque sur une plaque d'émail, m'a donné, ainsi que les corps dont la liste suit, un spectre complet, ayant l'aspect du spectre normal dans toutes ses parties. J'ai essayé successivement : l'émail blanc, l'émail noir, le verre d'urane, l'hématite brute, l'hématite polie, le diamant (de l'Inde), le charbon comprimé, en plaques brutes et polies, le vermillon (il exige une pose presque aussi longue que le charbon), l'or, le plomb, le nickel, l'alliage d'Arcet, le cuivre, l'acier poli, l'acier brut (nettoyé au papier de verre), le bleu de Prusse, les feuilles vertes, substances auxquelles il faut ajouter, comme l'avait déjà indiqué M. Cornu, le métal des télescopes, le mercure, recouvert ou non d'une lame de quartz. L'argent

(¹) Si le succès répond à mon attente, l'honneur en reviendra en grande partie à M. le Directeur de l'Observatoire de Paris, qui a mis tant d'empressement et de bienveillance à faciliter mon travail. Je dois aussi une large part de reconnaissance au colonel Mangin et à M. Marié-Davy, et de sincères remerciements à MM. Duboscq et Lutz.

semblerait faire exception à la règle générale, parce qu'il devient transparent pour la seconde moitié du spectre ultra-violet; mais, en prolongeant la pose, on voit apparaître cette région avec tous ses détails. Il est bon, pour mettre le phénomène en évidence, de pousser l'impression du gélatinobromure d'argent (dans la région pour laquelle l'argent se montre bon réflecteur) jusqu'au premier degré d'inversion signalé par M. Janssen. On obtient alors un cliché positif dans le voisinage de H, où les raies apparaissent noires, tandis que, à partir de P, le cliché est négatif, comme d'habitude : dans une zone intermédiaire, les raies ne se distinguent plus des champs brillants.

» Parmi les liquides, j'ai essayé l'eau distillée, les solutions de fuchsine, d'acétosulfate de quinine, de sulfate de cuivre ammoniacal, de bichromate de potasse, le lait, l'encre, l'alcool, l'éther, la benzine, l'huile d'olive, qui m'ont donné aussi des spectres complets.

» Pour comparer ces spectres au spectre obtenu sans aucune réflexion, j'ai monté parallactiquement une longue chambre noire. La pose étant courte (avec des plaques à la gélatine), on peut se dispenser d'y adapter un mouvement d'horlogerie; il faut avoir soin de placer la fente parallèlement au mouvement diurne du Soleil, et d'amener, immédiatement avant la pose, la chambre noire en position, en se servant, comme chercheur, d'une simple alidade réglée d'avance (en visant sur le miroir de l'héliostat).

» Quelques essais, faits au voisinage du solstice d'été, vers midi, ont confirmé expérimentalement ce fait, annoncé par M. Cornu, que les miroirs en platine, en métal des télescopes, en mercure recouvert de quartz, ne font perdre à l'observateur aucun des rayons les plus réfrangibles envoyés par le Soleil. Il est donc inutile de s'embarrasser d'une chambre noire mobile.

» Je pense que les faits qui précèdent, vu leur généralité, peuvent être étendus aux rayons lumineux dépourvus d'action photographique, et qu'on peut formuler la loi suivante :

» *Toute surface réfléchit, dans des proportions variables, chacune des radiations du spectre;* on ne peut donc jamais obtenir des couleurs pures par réflexion.

» Si, avant d'atteindre l'écran de projection, le spectre solaire est réfléchi sur deux cuves pleines d'un même liquide, tenant en dissolution ou en suspension les corps les plus dissemblables au point de vue de leur action sur les rayons actiniques, les deux spectres apparaissent, sur le cliché, identiques pour la qualité, et même pour l'intensité des radiations.

Mes expériences ont été faites en accouplant : l'eau et la solution d'acéto-sulfate de quinine, le lait et l'encre, l'eau et la solution de fuchsine, les solutions aqueuses de bichromate de potasse et de sulfate de cuivre ammoniacal. Nous en déduirons la loi suivante :

» *Le pouvoir réflecteur d'un liquide est indépendant des substances qu'il tient en dissolution ou en suspension.*

» Cette loi paraît s'étendre aux milieux solides, car deux miroirs accolés, l'un d'émail blanc, l'autre d'émail noir, donnent des spectres identiques.

» Il ne faudrait pas conclure, pourtant, que les rayons incidents ne pénètrent pas dans la surface spéculaire à des profondeurs comparables aux longueurs d'ondes; ces longueurs seraient trop petites pour déceler une absorption appréciable; j'en ai fait l'épreuve, en photographiant le spectre solaire après son passage à travers une couche d'acéto-sulfate de quinine donnant des anneaux colorés (jaune du premier ordre, bleu du second). Le spectre était complet, jusqu'à ses extrêmes limites.

» Un même corps, qu'il soit brut ou poli, donne par réflexion (avec une pose convenable) toujours le même spectre. Le fait a été vérifié directement (autant qu'on peut juger, sur un cliché, des intensités relatives), pour le diamant, le charbon aggloméré et le noir de fumée; pour l'acier brut et poli; pour l'hématite brute et polie; enfin, pour l'argent : un verre dépoli argenté donne le même spectre qu'un miroir de Foucault; on y reconnaît la même chute d'intensité dans la dernière moitié de l'ultra-violet. On nous permettra de conclure de ces expériences la règle suivante :

» *Le poli spéculaire intervient pour augmenter la quantité totale des radiations réfléchies, tandis que l'intensité relative des différentes régions du spectre* [1] *dépend de la matière employée.*

» Cette dernière loi, suffisamment approchée d'ailleurs pour servir de guide aux physiciens, ne serait rigoureusement démontrée que si l'on pouvait, d'une part, rendre les clichés parfaitement comparables entre eux, d'autre part, évaluer l'intensité du travail chimique de la lumière d'après la teinte du cliché en chaque point; cette difficulté paraît grande, car l'épaisseur de la couche d'argent réduit n'est proportionnelle à ce travail que dans des limites restreintes. Cette difficulté une fois levée, il y aurait lieu de répéter, pour le spectre ultra-violet, les études faites par M. Jamin, avec la lumière polarisée, dans le spectre visible. »

---

(1) Ou la *couleur actinique* du corps considéré.

PHYSIQUE. — *Sur la loi du refroidissement.* Note de M. **Ch. Rivière.**

« La loi du refroidissement a été, depuis Dulong et Petit, l'objet de nombreux et remarquables travaux. J'ai pensé, cependant, que l'expérience pourrait me fournir encore des résultats de quelque intérêt, si je parvenais à opérer dans des limites étendues de température et sous des pressions pour lesquelles l'étude du pouvoir refroidissant des gaz n'a été qu'effleurée par M. Crookes.

» Le corps soumis au rayonnement est un fil de platine échauffé par un courant électrique et observé dans son état stationnaire. On déduit sa température des variations qu'éprouve sa conductibilité, variations préalablement étudiées à l'aide du thermomètre à air. La quantité de chaleur perdue, égale à celle que développe le passage du courant, se calcule par la loi de Joule. Un fil compensateur permet de faire abstraction des extrémités froides du fil principal et, par suite, de la chaleur enlevée par la conductibilité des pinces.

» En ce qui concerne le pouvoir refroidissant des gaz, je retrouve la complexité rencontrée par presque tous les observateurs qui se sont occupés de cette étude. Mes expériences, d'ailleurs, ne sont pas encore assez nombreuses pour me permettre de formuler dès maintenant aucune loi à ce sujet. Pour montrer, toutefois, l'importance que prend, dans les conditions où je me suis placé, le refroidissement dû au gaz, je dirai que la quantité de chaleur enlevée par l'air sous une pression de $\frac{12}{100}$ de millimètre de mercure vaut environ :

	Chaleur rayonnée dans le vide.
A 200°	10 fois
A 400	3
A 600	1
A 800	$\frac{2}{3}$
A 1000	$\frac{1}{4}$

» Je me bornerai, dans cette Note, à présenter les résultats obtenus à l'aide d'un fil de platine de $\frac{1}{10}$ de millimètre de diamètre, placé dans une atmosphère d'air sec dont la pression, qui n'est plus mesurable à la jauge de Mac'Leod, est certainement inférieure à $\frac{1}{10000}$ de millimètre de mercure. Ces résultats peuvent être regardés comme identiques à ceux qu'on obtiendrait dans un vide absolu. Le fil est tendu horizontalement dans une

enceinte cylindrique de verre de $0^m,17$ de diamètre, sur laquelle coule constamment un courant d'eau froide.

» On a placé, en regard des nombres fournis par l'expérience, ceux qu'on obtient en calculant la chaleur perdue par la formule $ma^{\theta}(a^t - 1)$, d'après la loi de Dulong et Petit, ou par la formule $nT^2(T - \Theta)$, de M. Rossetti. Les constantes m et n de ces formules ont été calculées à l'aide d'une expérience où l'excès de la température du fil sur celle de l'enceinte était 136°,3.

Température de l'enceinte : 17°,3.

Excès.	Chaleur perdue.	$ma^{\theta}(a^t - 1)$.	$nT^2(T - \Theta)$.
50°	38°,5	38°,4	35°,4
100	94,8	94,7	93,0
150	175,6	177,4	177,6
200	284	298,7	293,6
250	448	476,7	445,7
300	708	738	638
400	1610	1684	1164
500	3300	3721	1907
600	6035	8107	2904
700	10160	17552	4193
800	15980	37891	5808
900	24110	81688	7788
1000	34800	176006	10168

» La croissance trop rapide des nombres fournis par la formule de Dulong et Petit avait été déjà signalée par plusieurs physiciens. MM. de la Provostaye et Desains, en particulier, l'avaient remarquée pour un thermomètre à surface métallique rayonnant à de basses températures. Il me reste à chercher si la loi sera la même dans des atmosphères de différents gaz et avec des fils de substances différentes. »

THERMOCHIMIE. — *Sur la loi des constantes thermiques de substitution.* Note de M. D. Tommasi.

« Quelques savants m'ayant fait observer que ma loi se trouvait en défaut lorsqu'il s'agissait de calculer les calories de combinaison des sels solubles formés par des acides faibles, je demanderai à l'Académie la permission de répondre brièvement à ces objections par quelques exemples.

» Parmi les acides, ceux qui sont réputés les plus faibles sont les acides sulfhydrique, cyanhydrique, carbonique, hypochloreux, picrique, phé-

nique (phénol), auxquels on peut joindre l'acide formique. Or il résulte que les calories de combinaison du corps halogène avec le métal ou de l'acide avec la base, calculées d'après ma loi, sont sensiblement les mêmes que les calories de combinaison trouvées par expérience, pourvu que, toutefois, le composé existe réellement en solution et ne se trouve pas en partie dissocié. Soient d'abord les sulfures :

	Calories	
	théoriques.	trouvées par expérience.
	cal	cal
Sulfure de sodium...........	103,2	103,2
» d'ammonium.........	56,2	56,8
» de lithium...........	114,6	115,2
» de strontium.........	106,4	106,0
» de calcium...........	98,4	98,0

L'accord est ici complet entre la théorie et l'expérience; mais peut-on déduire de là que les sulfures en dissolution ne se trouvent pas partiellement dissociés? Certainement non, et cela ne prouve qu'une chose, c'est que le coefficient de dissociation du sulfure de potassium dissous ([1]) est à peu égal à celui des autres sulfures, et que, par suite, le rapport existant entre les calories de combinaison de ces sulfures doit rester le même. Les légères différences que l'on observe entre les calories de combinaison théoriques et les calories de combinaison trouvées par expérience sont dues à ce que le coefficient de dissociation de ces sulfures dans l'eau n'est pas tout à fait identique.

» Si les données expérimentales étaient exactes, on pourrait prédire que, parmi les sulfures solubles, celui qui se dissocie le moins, c'est le sulfure de lithium, et celui qui se dissocie le plus, c'est le sulfure d'ammonium.

Cyanures.

	Calories	
	théoriques.	trouvées par expérience.
	cal	cal
Cyanure de sodium..........	60,1	60,1
» d'ammonium........	36,6	36,1
» de mercure	—12,6	35,8

» Le cyanure de mercure, comme l'on voit, présente une différence

([1]) Je rappellerai que les constantes thermiques de substitution ont été toutes déduites des composés solubles du potassium.

énorme entre ses calories de combinaison théoriques et celles trouvées par expérience. Ce résultat est dû à ce que les cyanures de potassium, de sodium et d'ammonium ont probablement le même coefficient de dissociation, tandis que celui du cyanure de mercure en diffère considérablement.

» Tout le monde sait, en effet, combien la solution des cyanures alcalins est instable par rapport à celle du cyanure de mercure. Si le cyanure de potassium, en se dissolvant dans l'eau, ne se dissociait pas, ses calories de combinaison seraient, d'après ma théorie, égales à environ $90^{cal},6$.

Carbonates.

	Calories	
	théoriques.	trouvées par expérience.
	cal	cal
Carbonate de sodium.........	175,6	175,6
» d'ammonium......	128,6	121,6

» Le nombre $128^{cal},6$ représente, à proprement parler, les calories de combinaison du carbonate d'ammonium dissous, si ce sel ne se dissociait pas dans l'eau; mais, comme sa solution renferme une certaine quantité d'acide carbonique et d'ammoniaque libres, il s'ensuit que les calories trouvées par expérience doivent être et sont, en effet, plus faibles. Cela est tout à fait conforme avec les déterminations calorimétriques effectuées par M. Berthelot. En effet, d'après ce savant, les carbonates de potassium et de sodium se comporteraient comme des sels assez stables à l'égard de l'eau, tandis qu'une portion seulement de l'ammoniaque et de l'acide carbonique seraient à l'état de carbonate neutre véritable au sein de l'eau.

Phénates.

	Calories	
	théoriques.	trouvées par expérience.
	Cal	Cal
Phénates de sodium..........	85,1	85,0
» d'ammonium.......	61,6	57,5
» de calcium..........	165,4	164,9

» De ces trois phénates, celui qui doit avoir le plus grand coefficient de dissociation doit être le phénate d'ammonium, et c'est précisément ce que l'expérience démontre. Les anomalies thermiques, dit M. Berthelot, que

l'on observe dans la formation du phénate d'ammoniaque paraissent dues à ce fait, que le sel est décomposé partiellement en présence de l'eau.

Formiates.

	Calories théoriques.	Calories trouvées par expérience.
	cal	cal
Formiate de sodium	91,1	91,0
» d'ammonium	67,6	67,4
» de calcium	177,4	177,4
» de strontium	185,4	185,2
» de manganèse	117,8	116,2
» de zinc	102,6	96,8 (¹) 101,8
» de plomb	68,2	66,6

» Ce serait le formiate de plomb qui, selon ma théorie, aurait le coefficient de dissociation le plus élevé, et le formiate de sodium le coefficient de dissociation le plus faible.

» Quant aux hypochlorites et aux picrates, on ne peut établir aucune relation, car les données thermiques font complètement défaut.

» Dans ce Mémoire je n'ai fait qu'effleurer une question de la plus haute importance, à savoir la relation qui doit exister entre les calories de combinaison des sels solubles et leurs coefficients de dissociation. J'ai fait entrevoir tout le parti que l'on pouvait en tirer pour prédire non seulement si un sel, en se dissolvant dans l'eau, se dissociait ou non, mais encore comment on pouvait en quelque sorte en mesurer la dissociation. Je reviendrai d'ailleurs bientôt sur cette question.

» En résumé, ma loi peut être considérée comme étant parfaitement exacte; les quelques exceptions que l'on y rencontre sont plutôt apparentes que réelles et ne font que l'affirmer davantage. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques combinaisons appartenant au groupe des créatinines.* Deuxième Note de M. E. **Duvillier**, présentée par M. Wurtz.

« Dans une précédente Communication (²), j'ai eu l'honneur de faire connaître à l'Académie plusieurs corps appartenant au groupe des créatines

(¹) On avait trouvé d'abord pour calories de combinaison de formiate de zinc dissous $96^{cal},8$. Depuis on a repris cette détermination calorimétrique avec plus de soin et l'on a trouvé $101^{cal},8$. Comme l'on voit, c'est le dernier chiffre qui se rapproche le plus de celui qui est indiqué par la loi.

(²) *Comptes rendus*, t. XCI, p. 171; 1880.

et à celui des créatinines, les uns obtenus par la méthode de Strecker [1] pour produire la glycocyamine et celle de Strecker et Rosengarten [2] pour obtenir la créatine, et les autres par celle de Liebig [3] pour transformer la créatine en créatinine. Depuis, en continuant mes études sur ce sujet, je suis arrivé à des résultats qui offrent un certain intérêt; ce sont ces résultats qui font l'objet de la présente Note.

» *Méthylamido-α-butyrocyamidine* ou *créatinine-α-butyrique*. — En laissant réagir une solution aqueuse concentrée et légèrement ammoniacale de cyanamide (1^{mol}) et d'acide méthylamido-α-butyrique (1^{mol}), en suivant les indications de Strecker et Rosengarten [4] pour obtenir la créatine, on observe, après un mois environ, la formation de quelques cristaux lamellaires; ces cristaux vont en augmentant pendant quatre mois environ. Après ce temps, ils ne paraissent plus augmenter; on les sépare alors et l'on ajoute à l'eau mère une nouvelle quantité de cyanamide (environ la moitié de la cyanamide employée primitivement) : il se forme bientôt un nouveau dépôt cristallin en tout semblable au premier.

» Les cristaux obtenus, traités par l'alcool bouillant, afin de les débarrasser de quelques impuretés, se dissolvent facilement, contrairement à ce qui a lieu pour les créatines, et par refroidissement on obtient des cristaux tabulaires semblables aux premiers. Ces cristaux, par une nouvelle cristallisation dans l'alcool, fournissent de fines aiguilles soyeuses, présentant au microscope la forme de petites tables rectangulaires.

» Ces cristaux, soumis à l'analyse, ont donné les résultats suivants :

	Calculé.	Trouvé.
C^6	51,06	51,27
H^{11}	7,80	8,30
Az^3	29,79	29,91
O	11,35	
	100,00	

» D'après ces nombres, on voit que les cristaux obtenus sont de la méthylamido-α-butyrocyamidine. Tel est, à ma connaissance, le premier exemple d'une créatinine obtenue directement sans passer par la créatine correspondante.

---

(1) *Comptes rendus*, t. LII, p. 1261; 1861.
(2) *Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. CLVII, p. 4; 1871.
(3) *Ibid.*, t. LXII, p. 278; 1847.
(4) *Ibid.*, t. CLVII, p. 4; 1871.

» On ne peut attribuer cette formation directe d'une créatinine à l'action déshydratante de l'alcool employé pour purifier les cristaux : les lamelles déposées lentement dans la solution aqueuse, en présence de l'ammoniaque, étaient bien de la méthylamido-α-butyrocyamidine, car ces lamelles, soumises à l'analyse sans avoir subi aucune purification, ne renfermaient pas d'eau de cristallisation et contenaient 30,09 pour 100 d'azote, c'est-à-dire sensiblement la même quantité d'azote que le produit purifié.

» *Méthylamido-isovalérocyamidine* ou *créatinine isovalérique*. — En laissant réagir en présence de l'ammoniaque une solution aqueuse de cyanamide (1^{mol}) et d'acide méthylamido-isovalérique (1^{mol}), il se dépose, au bout d'un mois environ, des aiguilles rayonnantes qui vont en augmentant pendant quelques mois; si à l'eau mère de ces cristaux on ajoute une nouvelle quantité de cyanamide, on obtient un nouveau dépôt de cristaux semblables aux premiers. Ces cristaux, traités par l'alcool bouillant, se dissolvent facilement, et par refroidissement il se dépose de très fines aiguilles.

» Ces cristaux, soumis à l'analyse, ont fourni les résultats suivants :

	Calculé.	Trouvé.
C^7	54,19	53,84
H^{13}	8,39	8,93
Az^3	27,10	27,14
O	10,32	
	100,00	

» Les cristaux obtenus sont donc, d'après ces nombres, de la méthylamido-isovalérocyamidine.

» Par conséquent, la cyanamide se comporte avec l'acide méthylamido-isovalérique comme elle le fait avec l'acide méthylamido-α-butyrique, en donnant naissance à une créatinine.

» Quant aux formules de ces corps, elles s'écriront

$$AzH=C\begin{cases} Az.CH^3 - \overset{\displaystyle CH^3 \atop \displaystyle | \atop \displaystyle CH^2 \atop \displaystyle |}{CH} \\ AzH - CO \end{cases}$$

Méthylamido-α-butyrocyamidine.

$$AzH=C\begin{cases} Az.CH^3 - \overset{\displaystyle CH^3\,CH^3 \atop \displaystyle \diagdown\diagup \atop \displaystyle CH \atop \displaystyle |}{CH} \\ AzH - CO \end{cases}$$

Méthylamido-isovalérocyamidine.

ou

$$C\begin{matrix}\nearrow AzH \\ \searrow Az - CO - CH.(AzH.CH^3) - CH^2 - CH^3\end{matrix}$$

Méthylamido-α-butyrocyamidine.

$$C\begin{matrix}\nearrow AzH \\ \searrow Az - CO - CH.(AzH.CH^3) - CH\begin{matrix}\nearrow CH^3 \\ \searrow CH^3\end{matrix}\end{matrix}$$

Méthylamido-isovalérocyamidine.

suivant qu'on adopte l'opinion de Strecker et Erlenmeyer, ou celle de Kolbe sur les créatines et les créatinines. La suite de ces recherches montrera celle de ces formules qu'il convient d'adopter. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Recherches sur l'appareil circulatoire des Oursins réguliers.* Note de M. **R. Kœhler**, présentée par M. H.-Milne Edwards.

« Il existe chez les Oursins réguliers, à la face supérieure de la lanterne, deux anneaux vasculaires périœsophagiens : l'un supérieur, de très petit diamètre, l'autre inférieur, un peu plus large. Au cercle inférieur aboutissent les vaisseaux des zones ambulacraires et le vaisseau nommé *canal du sable* par les auteurs; au cercle supérieur aboutissent le vaisseau marginal interne de l'intestin et un deuxième vaisseau parallèle au canal du sable, qui va se perdre dans l'organe d'excrétion ou glande ovoïde de M. Perrier. Les deux cercles œsophagiens envoient chacun des branches aux vésicules de Poli.

» Entrons dans quelques détails au sujet de ces dispositions anatomiques.

» Si l'on examine avec soin et à un faible grossissement le canal du sable d'un *Sphærechinus*, par exemple, il n'est pas difficile de reconnaître, à côté du canal du sable qui apparaît comme un petit canal blanchâtre courant le long de la glande ovoïde jusqu'à la plaque madréporique, un deuxième canal, étroitement appliqué contre lui, mais qui s'en distingue par une couleur plus foncée, et qui, au niveau de l'extrémité inférieure de la glande, semble s'élargir légèrement et se continuer avec le tissu de cette dernière. En poussant dans ce canal une injection du côté de la lanterne, la matière remplit facilement un anneau périœsophagien, passe dans les vésicules de Poli et de là pénètre le vaisseau marginal interne. Si l'on dirige l'injection en sens inverse, c'est-à-dire du côté de la glande, on peut injecter un riche réseau de petits capillaires qui se ramifient à la surface de cette dernière.

Lorsqu'on pique au hasard avec la canule dans la glande, on obtient un résultat tout différent et l'on injecte le canal excréteur qui débouche à la plaque madréporique, mais on n'injecte jamais de vaisseaux.

» Il résulte de ces faits que le canal du sable n'est pas un canal simple, mais est formé de deux canaux intimement accolés, dont l'un, le seul qui ait été décrit jusqu'ici, est indépendant de la glande ovoïde, tandis que l'autre entre en connexion avec elle. Ce résultat est confirmé par l'étude de coupes transversales du canal du sable, qui montrent un premier canal tapissé intérieurement par un épithélium très régulier, et tout à côté, un deuxième canal dont la lumière est en partie comblée par quelques travées conjonctives qui partent de la paroi pour former un réticulum délicat supportant des cellules à protoplasme clair et pourvu de prolongements et des granulations de pigment. En continuant les coupes jusques et y compris la glande ovoïde, on voit que le premier canal conserve toujours les mêmes caractères et ne communique pas avec la glande; au contraire, le deuxième canal, à mesure qu'il se rapproche de cette dernière, augmente de diamètre; les cloisons qui divisaient sa cavité deviennent plus nombreuses et les éléments qu'elles supportent plus serrés; les vaisseaux qui se ramifient à la surface de l'organe deviennent distincts, et, en continuant les coupes, on arrive au tissu propre de la glande, formé, comme l'organe homologue des irréguliers, par des trabécules conjonctives très minces limitant des alvéoles remplies de cellules à protoplasma pourvu de prolongements et à noyaux granuleux, et d'amas plus ou moins considérables de masses pigmentaires.

» Si, sur une pièce déjà injectée par la moitié du canal du sable communiquant avec l'organe d'excrétion, on pousse une injection par les vaisseaux ambulacraires, on remplira, au-dessous du cercle œsophagien dont il était question tout à l'heure, un deuxième anneau qui envoie également des branches aux vésicules de Poli; c'est de ce deuxième anneau que part la moitié du canal du sable indépendante de la glande ovoïde.

» La communication entre les deux anneaux se fait au niveau des vésicules de Poli et, pour que le liquide de l'un des anneaux passe dans l'autre, il faut qu'il traverse le tissu glandulaire de ces vésicules. L'injection faite par les vaisseaux ambulacraires ne passe généralement pas dans le vaisseau marginal interne, sauf dans les cas où l'injection est faite avec une pression un peu forte. On remarque alors que les vésicules sont complètement gonflées par la matière; grâce à la pression, celle-ci a pu traverser le tissu des vésicules pour pénétrer dans l'anneau supérieur.

» Comme chez les Spatangues, il existe deux vaisseaux dans chaque

zone ambulacraire : un vaisseau superficiel et un vaisseau profond, et chacun d'eux envoie une branche à chaque vésicule ambulacraire. Ces deux vaisseaux sont indépendants de la bandelette nerveuse étroitement appliquée contre la paroi du test. Au niveau du bord inférieur de la lanterne, les vaisseaux ambulacraires, de doubles qu'ils étaient, deviennent simples et montent le long des pyramides pour se jeter dans l'anneau inférieur.

» Qu'on fasse l'injection par le vaisseau ambulacraire superficiel ou par le vaisseau profond, on arrivera toujours au même résultat, c'est-à-dire qu'on remplira le cercle périœsophagien inférieur.

» Teuscher, qui admet aussi l'existence de deux vaisseaux ambulacraires (mais, d'après lui, l'un d'eux entoure la bandelette nerveuse), avait cru reconnaître sur des coupes transversales du pharynx la coupe de cinq vaisseaux; il pensait que ces cinq vaisseaux étaient la continuation à l'intérieur de la lanterne de ses vaisseaux ambulacraires périnerviens et qu'ils se jetaient dans l'anneau périœsophagien supérieur. Or ces vaisseaux n'existent pas et le cercle œsophagien supérieur n'est en communication avec les vaisseaux ambulacraires que par l'intermédiaire des vésicules de Poli.

» Les dispositions anatomiques que je viens de résumer : existence de deux cercles vasculaires périœsophagiens, existence de deux vaisseaux dans chaque zone ambulacraire, indépendance complète du système nerveux et du système circulatoire, communication de l'organe d'excrétion avec le système circulatoire par l'intermédiaire du canal du sable, se rapprochent des faits que j'ai signalés antérieurement chez les Oursins irréguliers [1]. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur l'innervation du manteau de quelques Mollusques lamellibranches.* Note de M. **L. Vialleton**, présentée par M. Milne Edwards.

« La distribution et la terminaison des nerfs dans la partie du manteau des Lamellibranches qui tapisse l'intérieur de la coquille, en dedans de l'impression palléale et des muscles adducteurs, n'ont pas encore été étudiées avec les méthodes délicates que l'on possède aujourd'hui.

» Nous avons essayé, au laboratoire d'Anatomie générale de la Faculté de Médecine de Lyon, de faire cette étude dans les genres *Unio* et *Anodonta*, en nous servant de la méthode suivante : le manteau détaché de ses adhérences, sur un animal vivant, est placé pendant quinze minutes dans du

---

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de Zoologie de Marseille, dirigé par M. Marion.

jus de citron, puis dans une solution de 1 pour 100 de chlorure d'or, où on le laisse séjourner vingt minutes au moins. Au bout de ce temps, on le porte dans de l'eau additionnée d'acide acétique (1 goutte pour 20^{gr}). La réduction s'opère et est achevée au bout de vingt-quatre à trente-six heures. On peut alors examiner à plat des lambeaux du manteau dilacérés avec précaution ou faire des coupes transversales de ce dernier après durcissement.

» La portion du manteau située en dedans de l'impression palléale est constituée par une lame de tissu conjonctif, riche en vaisseaux et en nerfs, et recouverte sur chacune de ses faces d'un épithélium à un seul rang de cellules. Les coupes transversales montrent que les nerfs ne sont pas répartis également dans toute l'épaisseur de la lame conjonctive, mais qu'ils sont plus spécialement distribués dans deux plans situés sous les deux faces de cette dernière, à peu de distance au-dessous de l'épithélium; quelques-uns même sont placés immédiatement au-dessous de la ligne d'implantation des cellules épithéliales. Sur un lambeau contenant un de ces plans, examiné à plat, on voit les fibres tantôt se bifurquer et s'anastomoser en Y, tantôt se croiser au même point, et leurs fibrilles élémentaires former un enchevêtrement où l'on distingue des chiasmas plus ou moins compliqués.

» Il résulte, de ces divers modes d'union des fibres, des points nodaux de forme très variable et un réseau à mailles irrégulières. Cette disposition se rencontre sur l'une et l'autre face du manteau; mais ces deux plans nerveux communiquent largement entre eux par des fibres situées dans l'épaisseur de la lame conjonctive et ne forment en réalité qu'un seul plexus.

» De chacun des plexus superficiels partent des fibres plus fines qui naissent soit directement des gros nerfs du plexus, soit, après l'épuisement de ces derniers, par des ramifications répétées. Ces fibres se divisent finalement en éléments uni-fibrillaires, qui s'accolent les uns aux autres et s'anastomosent de mille manières en formant un plexus à mailles très serrées. Ce plexus est *sous-épithélial*, car il persiste lorsqu'on a chassé l'épithélium; il est plus superficiel que celui qui lui donne naissance.

» En résumé, les nerfs forment dans le manteau des *Unio* et des *Anodonta* un plexus analogue en tous ses points au plexus nerveux qui siège dans le tissu conjonctif cornéen, au-dessous de la lame de Bowmann. Ce plexus constitue un appareil nerveux très délicat, qui, étroitement appliqué en dedans de la coquille, peut recevoir les ébranlements communiqués à cette dernière et en transmettre l'impression à l'animal.

» Quelques préparations faites chez d'autres Lamellibranches me font regarder cette disposition comme générale. »

ZOOLOGIE. — *Sur les parasites intestinaux de l'huître.* Note de M. **Certes**, présentée par M. A.-Milne Edwards.

« L'huître est omnivore. Lorsque l'on examine au microscope les liquides extraits de l'estomac, on y retrouve, plus ou moins désagrégés par les sucs gastriques, des grains de pollen, des acariens, des débris d'algues et de crustacés, des diatomées, des foraminifères, des radiolaires et, en très grande abondance, à certains moments de l'année, les œufs et les spermatozoïdes de l'animalcule lui-même. Mais au milieu de tous ces cadavres on rencontre toujours des organismes vivants, fort agiles et le plus souvent très nombreux, que, dès lors, on peut considérer comme des parasites ou tout au moins des commensaux du tube digestif.

» Dans les huîtres de toute provenance que l'on peut se procurer à Paris et dans celles que j'ai eu occasion d'étudier sur place, soit à Arcachon, soit à la Rochelle, j'ai toujours trouvé l'estomac peuplé d'une et, quelquefois, de deux espèces de parasites.

» Dans les huîtres de Cancale et de Marennes on observe fréquemment l'*Hexamita inflata* (Dujardin), que l'on rencontre également dans les eaux saumâtres et les infusions naturelles. C'est un flagellé très petit, en forme de massue, doté, comme son nom l'indique, de six filaments dont quatre disposés par paires à la partie antérieure du corps et deux à l'extrémité de deux lobes fortement échancrés qui forment, en s'amincissant, la partie postérieure du corps de l'animalcule. Certains individus présentent quatre filaments postérieurs. Je pense, comme la plupart des observateurs qui ont signalé cette forme double, qu'il s'agit d'individus en voie de fissiparité longitudinale. L'*Hexamita inflata* se reproduit donc normalement dans l'estomac de l'huître, ce qui vient à l'appui du commensalisme que je lui attribue.

» Ce n'est pas seulement dans les huîtres de Cancale et de Marennes, mais dans les huîtres de toute provenance, sans aucune exception (*Ostrea edulis* et *Ostrea angulata*), que j'ai toujours retrouvé un protozoaire nouveau qui, à raison de l'extrême simplicité de son organisation interne et de la complication de l'appareil locomoteur, me paraît mériter l'attention des zoologistes.

» A première vue, c'est un spirillum relativement gros. Sa longueur

varie entre $\frac{40}{1000}$ et $\frac{120}{1000}$ de millimètre et sa largeur de $\frac{1}{1000}$ à $\frac{3}{1000}$, y compris un appendice dont j'aurai à parler ultérieurement. Lorsqu'il n'est pas comprimé par le cover, il se meut en forme de vrille avec une telle rapidité qu'on le devine plutôt, qu'on ne le voit. C'est ce qui explique comment il n'a pas été signalé plutôt; cependant, il est tellement commun que je l'ai toujours rencontré au moment opportun lorsque quelque naturaliste m'en a exprimé le désir.

» Avec le secours des réactifs, son aspect se modifie. Les vapeurs d'acide osmique, et surtout le sérum iodé et le bleu de méthylène mettent en évidence une membrane ou plutôt une crête fort délicate, qui rappelle celle des spermatozoïdes du triton. Cette membrane relie entre elles les anses formées par le corps filiforme de l'organisme, qui est toujours plus ou moins contourné sur lui-même en forme de vrille, à deux, trois, quatre et quelquefois huit tours de spire. Cette membrane se colore très difficilement. On arrive cependant à la voir avec une grande netteté, même sur l'animal vivant, soit à l'aide de la compression, soit avec le bleu de méthylène (1), le violet dahlia et autres réactifs du protoplasma vivant. Dans des conditions favorables d'isolement, de compression, d'éclairage et avec un grossissement de 8 à 900 diamètres, on reconnaît que la membrane n'est pas rigide, qu'elle se plisse, que tantôt elle se redresse et tantôt elle adhère au corps, en un mot qu'elle est contractile et paraît obéir à la volonté de l'animalcule (2).

» La simplicité de l'organisation interne forme un contraste frappant avec la complication de cet appareil locomoteur, que l'on est étonné de rencontrer dans un parasite. On ne constate, en effet, avec les plus forts grossissements, ni intestin, ni bouche, ni anus, ni vacuole contractile. Ce

---

(1) Le bleu de méthylène peut être employé soit comme réactif colorant, après action des réactifs fixateurs : acide osmique, liquide de Malassez, liquide de Kleinemberg, sérum iodé, etc., soit directement comme réactif du protoplasma vivant. Dans ce second cas, j'emploie une méthode qui a été déjà publiée dans le *Bulletin de la Société zoologique de France*. Je dépose sur le porte-objet une petite goutte de la solution alcoolique. Je laisse évaporer. Lorsque l'évaporation est presque complète, j'ajoute la goutte de liquide à examiner. Dès que la coloration se produit, ce qui est très rapide, je fais glisser cette goutte hors du champ où se sont déposés les cristaux du réactif colorant, et je couvre. On évite ainsi d'introduire le véhicule de la matière colorante, eau distillée ou alcool, qui serait toxique pour des animalcules vivant dans des liquides de composition chimique variable.

(2) Cette membrane ne présente pas les réactions de la cellulose, ni avec l'iode et l'acide sulfurique, ni avec le chloroiodure de zinc.

n'est même pas une cellule, puisque l'on ne distingue ni noyau, ni nucléole. C'est, au sens d'Hæckel, une « monère », à membrane ondulante.

» D'après la plus récente des classifications, celle de Saville-Kent, cet organisme appartiendrait au premier ordre des Flagellates, que le savant anglais définit ainsi qu'il suit : « Aire d'ingestion diffuse. Flagellum rudi-» mentaire remplacé par une membrane ondulée. » *Trypanosomata*.

» Le nouvel organisme devrait donc prendre place à côté du *Trypanosoma sanguinis*, figuré par Gruby dès 1843, et retrouvé depuis par Ray-Lankester, sous le nom d'*Undilina ranarum*. On ne connaît jusqu'à présent qu'une seconde espèce, dont on a même contesté la légitimité, *Tryp. Eberthi*, espèce parasite de l'intestin du Canard domestique. Je propose d'appeler le nouveau Trypanosome *Tryp. Balbianii*, en l'honneur du savant professeur du Collège de France.

» Des dessins du nouvel organisme seront publiés à l'appui de la Notice détaillée qui paraîtra dans le *Bulletin de la Société zoologique de France*. »

M. **Piarron de Mondesir** propose, pour l'enseignement de la Géométrie élémentaire, une manière nouvelle de présenter la théorie des parallèles.

M. **A. Lemp** adresse une Note intitulée « Récréation arithmétique ».

MM. **Th. Bokorny** et **O. Loew** adressent, de Munich, une série de préparations microscopiques, accompagnées d'un Mémoire imprimé, et destinées à démontrer les différences qui existent entre le protoplasma vivant et le protoplasma mort.

(Renvoi à l'examen de M. Robin.)

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

ERRATA.

(Séance du 7 août 1882.)

Page 289, ligne 12, *au lieu de* cyanure 86,1, *lisez* cyanure 64,7.
Page 290, ligne 2, *au lieu de* 2ClC, *lisez* 2ↄClK.

(Séance du 21 août 1882.)

Page 384, ligne 6 en remontant, *au lieu de* coordonnées, *lisez* ordonnées; ligne 3 en remontant, *supprimez* des.

Page 386, ligne 7, *au lieu de* (A — B), *lisez* (B — A).

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 SEPTEMBRE 1882.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

M. le **Président** annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Liouville,* Membre de la Section d'Astronomie, décédé le 8 septembre.

Les obsèques ont eu lieu aujourd'hui lundi 11 septembre.

M. le Président, avant de lever la séance, s'est exprimé en ces termes :

« L'Académie est cruellement frappée; elle a perdu un de ses plus anciens membres, qui fut un des plus brillants. M. Liouville, que la maladie tenait éloigné de nous depuis quelque temps, est mort subitement vendredi dernier, 8 septembre. Nous venons de rendre les honneurs funèbres à notre illustre Confrère. Sur la tombe, M. Faye, au nom de l'Académie, de la Faculté des Sciences de Paris et du Bureau des Longitudes, a rappelé les principaux traits de la noble carrière scientifique de M. Liouville. Deux discours ont encore été prononcés : l'un par M. Laboulaye, de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, administrateur du Collège de France, l'autre par le représentant de l'École Polytechnique. Le monde savant est profondément affecté de la perte si regrettable qui l'atteint; interprète du sentiment général de l'Académie, je lève la séance. »

DISCOURS PRONONCÉS AUX FUNÉRAILLES DE M. LIOUVILLE.

DISCOURS DE M. FAYE,

AU NOM DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES, DE LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS ET DU BUREAU DES LONGITUDES.

« La Section d'Astronomie de l'Institut, la Faculté des Sciences de Paris et le Bureau des Longitudes m'ont chargé d'être, devant cette tombe, l'interprète de leur douleur. En perdant M. Liouville, ces trois corps savants perdent un de leurs plus anciens membres et l'un des plus illustres; et moi, si vous me permettez de mêler à l'expression de ces regrets un sentiment tout personnel, je perds un maître vénéré, que j'ai appris à connaître quand j'étais tout jeune sur les bancs de l'École, et qui, depuis près de cinquante ans, n'a cessé de me donner ses encouragements et son appui.

» M. Liouville appartenait à une famille distinguée dont j'ai eu l'honneur de connaître plusieurs membres en Lorraine. Les Liouville ont toujours passé dans leur pays pour gens d'honneur et d'esprit. Paris en sait quelque chose par les hommes éminents de cette famille qui sont venus ici faire connaître et aimer ce nom. Mais notre savant Confrère y avait ajouté une illustration européenne; car, à l'étranger comme en France, on voyait en lui un des premiers Géomètres de notre époque.

» Il y a plus : M. Liouville a été un des plus brillants professeurs qu'on ait jamais entendus. Ses leçons ont si vivement frappé ma jeunesse, qu'aujourd'hui encore je garde un vif souvenir de la saisissante clarté qui était son apanage. Aussi, quand plus tard j'ai eu le bonheur de l'entendre parler à l'Institut, n'étais-je pas trop surpris de l'effet que sa parole produisait sur nos Confrères, émerveillés d'avoir pu un instant pénétrer, à sa suite, dans les questions les plus difficiles de la haute Analyse. Jamais personne, si ce n'est Arago peut-être, n'a produit cet effet au même degré. Certes, M. Liouville était, dans ses belles années, un puissant orateur scientifique, et si, en passant par nos assemblées délibérantes, il n'a pas marqué comme orateur politique, c'est que son âme ardente n'était plus assez maîtresse d'elle-même, quand il lui fallait sortir des régions sereines de la Science pure.

» Son vrai rôle a toujours été d'être un grand Géomètre. Personne n'a

plus contribué que lui à l'essor que les hautes études mathématiques ont pris en France. Il y a contribué par de magnifiques travaux sur les fonctions transcendantes, la théorie des nombres et la Géométrie pure, par son enseignement à la Sorbonne et au Collège de France, où il se plaisait à ouvrir des voies nouvelles aux jeunes savants qui se pressaient autour de sa chaire, et enfin par sa grande collection mathématique, qui portait dans le monde entier le nom si français de *Journal de Liouville*. Il y a largement aidé aussi par les encouragements qu'il savait donner aux jeunes Géomètres en faisant valoir leurs travaux devant l'Académie. C'est ainsi qu'il a, pour ainsi dire, patronné les débuts de presque toutes nos illustrations d'aujourd'hui. Pourquoi ne citerais-je pas les Bertrand, les Hermite, les Le Verrier, les Serret, les Bour, les Bonnet, et tant d'autres éminents travailleurs qui font l'honneur de la Science française, et dont Liouville a accueilli et publié les travaux dans ses quarante volumes annuels?

» Depuis quelque temps, battu en brèche par les infirmités de l'âge, et surtout par des deuils de famille bien cruels, après avoir perdu dans une catastrophe inouïe une charmante et excellente compagne qui était son appui et son guide, et un fils, mort avant l'âge Conseiller à la Cour d'appel de Nancy, dont quelques amis privilégiés ont pu apprécier l'esprit gracieux et délicat, M. Liouville s'était affaissé corporellement; cependant sa haute intelligence était restée intacte. Jusqu'au bout il a travaillé ; il assistait encore mercredi dernier à la séance du Bureau des Longitudes, dont il suivait les travaux avec le plus grand intérêt. Mais déjà il nous semblait aspirer à la délivrance. Cette heure est venue pour lui, subitement, le surlendemain. Il nous a quittés, laissant parmi nous un grand vide, comme un voyageur qui nous devance là où nous espérons le rejoindre : il est parti, après une vie pleine d'illustres travaux, et l'âme pure de toute défaillance, vers Celui qui est l'intelligence suprême et l'infinie bonté. Adieu, Maître vénéré, cher Confrère, adieu. »

DISCOURS DE M. LABOULAYE,

AU NOM DU COLLÈGE DE FRANCE.

« Je viens, au nom du Collège de France, rendre un dernier hommage à notre cher et regretté collègue, M. Joseph Liouville.

» L'histoire de sa vie est des plus simples : c'est celle d'un savant qui n'a pas voulu être autre chose qu'un savant. En 1848 seulement, dans une de ces tempêtes où tout le monde est appelé à travailler au salut commun,

M. Liouville fut élu à l'Assemblée constituante; il s'y fit remarquer par la clarté et la facilité de sa parole : c'étaient chez lui des vertus de famille; mais, son mandat expiré, il ne chercha point à le renouveler et revint avec joie à ses paisibles études pour ne plus les abandonner.

» Élève des plus distingués de l'École Polytechnique, il avait été classé dans les Ponts et Chaussées à sa sortie, en 1827; mais il renonça à cette belle carrière pour se consacrer à la Science et à l'enseignement : c'était là sa vocation.

» Il ne m'appartient point de parler de ces Mémoires de Mathématiques transcendantes qui le firent entrer à l'Académie des Sciences dès l'année 1839. Bien jeune encore, on l'avait jugé digne de succéder à Lalande. Je ne dirai rien non plus de ce *Journal de Mathématiques pures* qu'en toute l'Europe on appelait avec raison le *Journal de Liouville*. Son esprit se jouait dans ces hauteurs où peu de savants pouvaient le suivre. Lui-même disait, en plaisantant, qu'il y avait tel problème qui ne pouvait être proposé ou compris que de trois adeptes dans le monde entier : un savant russe, une dame américaine et un troisième mathématicien qu'il ne nommait pas; mais ce n'était pas le terme de la Science, et il ajoutait qu'il y avait tel problème qui ne pouvait être entendu que de deux personnes. C'est lui-même qui, par modestie, renonçait à s'élever jusqu'à ce dernier sommet de l'abstraction.

» Professeur à l'École Polytechnique, plus tard appelé à la Sorbonne et au Collège de France, M. Liouville a rendu les plus grands services au pays et à la Science, dans ces diverses fonctions.

» Quand on n'a point passé par cette épreuve difficile du professorat, on ne sait point ce qu'il faut de travail, de patience et de dévouement pour porter la lumière dans l'esprit des auditeurs. C'est un problème toujours nouveau, qui occupe toute la vie. C'est là ce qui fait le charme secret et l'honneur de l'enseignement. C'est ce qui explique comment M. Liouville a voulu rester professeur jusqu'à son dernier jour.

» Depuis quelques années sa santé était fort altérée. La goutte l'affaiblissait, le chagrin l'accabla. M. Liouville eut le malheur des gens qui vivent longtemps : il survécut à ceux qui étaient le soutien et la consolation de sa vieillesse. La perte inattendue de sa femme et de son fils lui porta le dernier coup. Dès ce moment, malgré les soins d'une famille nombreuse et dévouée, il ne fit que languir; ce n'était plus que l'ombre de lui-même; cette année il ne put même achever son cours. Pour qui le connaissait, il n'y avait plus d'illusion à se faire sur la gravité de son état.

» Les écrits de M. Liouville lui assurent une belle place dans la Science. Le nom du professeur restera dans l'enseignement. Au Collège de France, où les Mathématiques sont depuis trois siècles une étude favorite, M. Liouville figure avec honneur parmi cette longue suite de maîtres qui, depuis Oronce Finé, ont été la gloire de notre vieille maison. Il a soutenu virilement cet héritage difficile à porter, et laisse après lui un noble exemple et un grand souvenir.

» Adieu, cher et excellent Liouville; au nom de tous vos Collègues que vous aimiez et qui ne vous oublieront point, une dernière fois adieu.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les températures moyennes des hémisphères boréal et austral de la Terre.* Note de M. **Hennessy.**

(Renvoi à la Section de Géographie et de Navigation.)

« Il y a plus de vingt ans que j'ai signalé, dans plusieurs recueils scientifiques, la supériorité de l'eau sur les autres matériaux de la surface terrestre relativement aux propriétés d'absorption et de diffusion de la chaleur solaire [1].

» Les propriétés dont il s'agit sont la grande capacité de l'eau pour la chaleur, sa perméabilité pour les rayons lumineux de la chaleur, son imperméabilité pour les rayons obscurs et enfin sa mobilité. Il a été établi par les expériences de Pfaundler que la plupart des sols ont seulement une capacité thermique voisine de 0,25. Ainsi, pendant la nuit, la chaleur acquise par le sol pendant le jour rayonne facilement vers les espaces stellaires, et de plus le sol, par son immobilité, ne peut laisser transporter par la circulation de ses particules la chaleur des parties échauffées aux autres régions de la superficie de la Terre.

» Les conclusions auxquelles je suis arrivé étaient entièrement opposées à celles qui étaient adoptées à l'époque où furent publiés mes premiers

---

[1] *Atlantic*, vol. I; *Phil. Mag.*, vol. XVII, 4e série; *American Journal of Sciences*, mai 1859.

essais sur les climats. Sir John Herschel a résumé comme il suit les vues généralement admises :

« L'effet du sol sur les rayons du Soleil est de réfléchir la chaleur jusqu'aux régions générales de l'atmosphère et de cette manière, par la mobilité de l'air, de favoriser sa distribution sur toute la superficie de la Terre. L'eau a, sous ce rapport, une action bien moins efficace : la chaleur qui pénètre ses profondeurs étant absorbée, la surface de l'eau n'acquiert jamais une température élevée. »

» En s'appuyant sur ces idées, Sir Charles Lyell posait les fondements de sa théorie si connue des climats géologiques ; les résultats auxquels je suis parvenu sont entièrement opposés, et il est possible de les exprimer comme il suit :

« L'effet du sol sous l'influence du Soleil est de rejeter la chaleur dans les régions supérieures de l'atmosphère et les espaces interplanétaires, et ainsi, quoiqu'il y ait une augmentation considérable de température dans les couches de l'air immédiatement superposées pendant le jour, il ne retient ni n'emmagasine la chaleur reçue. L'eau a, sous ce rapport, une action beaucoup plus efficace : la chaleur peut y pénétrer à des profondeurs plus grandes que dans le sol, par suite de la grande capacité de l'eau pour la chaleur et de la différence entre ses pouvoirs sur les rayons lumineux entrant et les rayons obscurs sortant de sa masse. »

» Au nombre des conséquences qui résultent de ma théorie des climats terrestres, il y en avait une qui semblait d'abord difficile à admettre, à savoir que la température de l'hémisphère boréal ne peut être supérieure à celle de l'hémisphère austral. Il était généralement admis jusqu'ici qu'il y a une différence très sensible de température moyenne et une supériorité de température prononcée dans l'hémisphère boréal. Pour moi, il était impossible d'expliquer cette inégalité d'une manière tout à fait satisfaisante, et je l'ai attribuée à des courants qui transportent dans les régions du nord une partie de la chaleur acquise au sud de l'équateur. La température plus élevée de l'hémisphère boréal, admise jusqu'ici, a été même opposée à l'exactitude de mes conclusions générales sur les climats. Au Congrès de l'Association britannique à Bristol, en 1875, j'avais eu occasion d'établir ma priorité, sur quelques points, dans la théorie générale des climats. Pendant la discussion, M. le professeur Everett demandait comment la théorie de M. Hennessy pouvait se concilier avec le fait généralement admis de la supériorité de température de l'hémisphère boréal, comparé à l'hémisphère austral.

» Il y a lieu de penser que l'idée de la supériorité de température de l'hémisphère boréal sur l'hémisphère austral doit être définitivement

abandonnée. Cette idée a surtout prévalu à une époque où le nombre des observations de température faites au sud de l'équateur était bien faible par rapport au nombre enregistré au nord. Dans ces derniers temps, un nombre très considérable d'observations de la température de la mer et de l'air dans l'hémisphère austral a été fait et recueilli par les marins de plusieurs nations, et notamment par ceux des États-Unis d'Amérique. Comme résultat de ces observations ([1]), M. W. Henel a émis la conclusion que la différence de température entre les hémisphères est très petite et que l'hémisphère austral, ou celui qui présente la plus grande masse d'eau, possède aussi la température la plus élevée, c'est-à-dire 15°,4 C. à peu près. M. Hann a donné un résumé des faits observés, dans le *Compte rendu de l'Académie de Vienne* ([2]), et il conclut que 15°,2 C. est la température des deux hémisphères de la Terre. »

VITICULTURE. — *Sur l'extension du Phylloxera à Béziers, dans des vignobles non soumis au traitement.* Lettre de M. **Henneguy** à M. Dumas.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Étant allé, au commencement de juillet, à Béziers, pour chercher des galles sur les vignes indigènes et américaines, j'ai pu constater que la situation phylloxérique de la région s'était considérablement aggravée. La marche du fléau a été très rapide, et bon nombre de propriétaires, réfractaires aux traitements insecticides, s'aperçoivent un peu tard que les engrais seuls ne peuvent sauver leurs vignes.

» Le domaine de Saint-Jean d'Aureilhan, près Béziers, que je visite depuis trois ans, peut donner une idée de la rapidité avec laquelle le Phylloxera s'est multiplié.

» En 1880, l'aspect général du vignoble était magnifique, sauf quelques petites taches apparentes; mais, en examinant les vignes dont la végétation était la plus luxuriante, je constatai la présence de l'insecte sur les racines. Une petite partie du vignoble fut traitée pendant l'hiver de 1880-81. L'année dernière, les vignes étaient encore très belles et la récolte fut abondante. Les taches phylloxériques s'étaient cependant un peu agrandies.

» Le traitement au sulfure de carbone avait tué plusieurs ceps dans une pièce de vigne ; le propriétaire, peu encouragé par ce résultat, ne fit aucun

---

([1]) *Publications of United States Survey Directions for Pilots.*

([2]) *Sitzungsberichte der K. Akad. der Wissensch.*, II Abth., 1882.

traitement pendant l'hiver dernier. Aujourd'hui le vignoble peut être considéré comme perdu. La moitié des souches ont leurs feuilles jaunes et leurs sarments très courts; la récolte sera de beaucoup inférieure à celle de l'an passé; elle sera nulle l'année prochaine.

» La plupart des vignes des environs de Béziers, qui, l'année dernière encore, présentaient une belle verdeur et étaient chargées de raisins, sont maintenant comme celles de Saint-Jean d'Aureilhan.

» Je n'ai pas encore visité les vignobles traités par les insecticides, mais, d'après les renseignements que j'ai recueillis, il paraît que leur état est satisfaisant. »

VITICULTURE. — *Moyen de combattre la maladie de la vigne.* Note de M. J. **Maistre.**

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Témoin des souffrances des vignerons du Midi, que la misère pousse à l'émigration, et plein de reconnaissance pour les services que l'emploi de l'eau m'a rendus, je réclame avec instance la création du canal du Midi. Seul, il peut sauver du désespoir nos populations du Sud-Est.

» Chacun peut constater que j'ai pu conserver des vignes françaises à Villeneuvette par l'emploi des insecticides et des arrosages d'été. Il est vrai que l'eau employée a servi au lavage des laines. La conservation des vignes de Villeneuvette doit-elle être attribuée aux arrosages eux-mêmes ou à la potasse et à la matière grasse contenues dans le suint? Quelle part en revient au sulfocarbonate de potassium?

» Il n'importe : ce que je veux constater en ce moment, en présence d'une belle récolte, c'est qu'à Villeneuvette les vignes sont traitées, indépendamment du sulfocarbonate, par l'eau de suint, non seulement en été, mais tous les quinze jours environ, et cela en hiver comme en automne et au printemps.

» Il est donc incontestable que chaque hectare de terre reçoit, à Villeneuvette, beaucoup plus de potasse que la quantité qui entre chaque année dans les vignes traitées au sulfocarbonate seul; et cependant la fertilité de ces vignes est loin d'aller en diminuant, au contraire.

» Une pratique de cinq ans et plus, car à Villeneuvette les vignes sont fumées depuis de très longues années avec des débris de la fabrication des draps, renfermant des sels de potasse, atteste que la végétation des vignes se maintient très belle.

» La potasse, loin de nuire à la vigne, lui est, au contraire, très utile, et de plus, grâce à la potasse ou aux sels de potasse, l'emploi du sulfure de carbone, sous forme de sulfocarbonate de potassium, devient d'une application facile. On ne saurait trop remercier M. Dumas d'avoir indiqué le meilleur de tous les insecticides et celui qui n'offre aucun danger pour les ouvriers agricoles.

» Mais, je le répète, pour l'Agriculture du Midi, il faut de l'eau; les arrosages d'été ne sont pas seuls utiles pour sauver les vignes : il faut les arroser dans toutes les saisons.

» Dans une brochure qui a pour titre *De l'influence des forêts et des cultures sur le climat et sur le régime des sources,* j'ai signalé, du reste, les causes principales qui ont amené ou du moins aggravé la maladie de la vigne. »

M. **Folie** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire portant pour titre : « De la nutation diurne de l'axe du monde dans l'hypothèse d'une terre solide ».

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

CORRESPONDANCE.

M. **Edm. Becquerel** informe l'Académie que l'inauguration de la statue de son père, votée par le Conseil général du Loiret et le Conseil municipal de Châtillon-sur-Loing, dont l'exécution avait été confiée à notre confrère M. Guillaume par la Commission chargée de recevoir les souscriptions, aura lieu le 24 septembre. M. Edm. Becquerel sera heureux de recevoir chez lui ceux de ses confrères qui voudront bien assister à cette inauguration.

M. le **Président** donne lecture d'une dépêche de M. le Dr *Prévost*, annonçant à l'Académie la mort de son éminent Correspondant, M. *Emile Plantamour,* directeur de l'Observatoire de Genève, dont elle recevait naguère des travaux dont l'importance et la précision ajoutent encore aux regrets que cette perte inspire aux amis de la Science.

Le **Syndic des publications de l'Université de Cambridge** adresse à l'Académie un exemplaire du Tome Ier des « Mathematical and physical papers » de notre illustre Associé étranger, Sir *William Thomson.*

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Conditions pour que deux équations différentielles linéaires sans second membre aient p solutions communes. Equation qui donne ces solutions.* Note de M. H. Lemonnier.

« Soient considérées les $N - p + 2$ équations suivantes du premier degré, homogènes en $x_0, x_1, \ldots, x_N$, N étant égal à $m + n - p$, où les coefficients de x_N sont nuls, excepté dans les deux équations extrêmes :

$$(1)\quad \begin{cases} a_{1,0}x_0 + a_{1,1}x_1 + \ldots + a_{1,N-1}x_{N-1} + a_{1,N}x_N = 0, \\ a_{2,0}x_0 + a_{2,1}x_1 + \ldots + a_{2,N-1}x_{N-1} + 0x_N \quad = 0; \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots; \\ a_{m+1-p,0}x_0 + a_{m+1-p,1}x_1 + \ldots + a_{m+1-p,N-1}x_{N-1} + 0x_N = 0, \\ b_{n+1-p,0}x_0 + b_{n+1-p,1}x_1 + \ldots + b_{n+1-p,N-1}x_{N-1} + 0x_N = 0, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots; \\ b_{2,0}x_0 + b_{2,1}x_1 + \ldots + b_{2,N-1}x_{N-1} + 0x_N \quad = 0, \\ b_{1,0}x_0 + b_{1,1}x_1 + \ldots + b_{1,N-1}x_{N-1} + b_{1,N}x_N = 0. \end{cases}$$

Si, dans ce système (1), on supprime les deux équations extrêmes, le système qui s'ensuit se dira le système (2).

» Quand le déterminant Δ, ayant pour éléments de sa première somme les polynômes qui présentent les lignes du système (1) du premier terme jusqu'au terme en x_{p-1} inclusivement, et pour éléments des colonnes suivantes respectivement les coefficients de $x_p, x_{p+1}, \ldots, x_N$, est égal à zéro, mais que le déterminant Δ_1 des coefficients de $x_p, x_{p+1}, \ldots, x_{N-1}$ dans le système (2) est différent de zéro, le système (1) a une solution et une seule, en tant que $x_p, \ldots, x_N$ s'y prennent pour inconnues et soient ainsi exprimées en fonction de leurs coefficients et des polynômes qui précèdent les termes en x_p. Il n'y a, d'ailleurs, une pareille solution qu'à ces conditions. Observons encore que Δ est la somme de p déterminants δ_i de même ordre que lui, respectivement multipliés par $x_0, x_1, \ldots, x_{p-1}$, lesquels ne diffèrent entre eux que par la première colonne. Lorsque ces p déterminants δ_i sont nuls séparément, les quantités $x_0, x_1, \ldots, x_{p-1}$ deviennent entièrement arbitraires.

» Cela posé, soient

$$F_m(y, x) = 0, \quad f_n(y, x) = 0$$

deux équations différentielles linéaires sans second membre, d'ordres m et n, qui aient p solutions communes distinctes.

Considérons les équations

$$(1') \quad \left\{ \begin{array}{l} D^{m-p}f = 0, \\ \dots\dots\dots\dots, \\ Df = 0, \\ f = 0, \\ F = 0, \\ DF = 0, \\ \dots\dots\dots, \\ D^{n-p}F = 0, \end{array} \right.$$

D étant le signe de différentiation par rapport à x, et supposons que, dans les équations (1), les coefficients soient les mêmes que dans ces équations (1′) pour les $\frac{d^i y}{dx^i}$ d'un côté, pour les x_i de l'autre, $\frac{d^0 y}{dx^0}$ étant du reste égal à y.

» Toute solution commune aux équations $F = 0$, $f = 0$ satisfaisant aux équations (1′) donne alors une solution correspondante du système (1), en prenant $\frac{d^i y}{dx^i}$ pour valeur de x_i. Donc Δ sera nul pour les valeurs à considérer de $x_0, x_1, \dots, x_{p-1}$. S'il y a p solutions distinctes communes, les p déterminants δ_i seront nuls séparément, puisque, Δ étant fonction linéaire de $y, \frac{dy}{dx}, \dots, \frac{d^{p-1}y}{dx^{p-1}}$ et s'annulant pour p valeurs *distinctes* de y, les coefficients de $y, \frac{dy}{dx}, \dots, \frac{d^{p-1}y}{dx^{p-1}}$ dans son développement sont nuls chacun.

» Si, pour lors, Δ_1 est différent de zéro, le système (2′) dû à la suppression des deux équations extrêmes dans le système (1′), pourra se résoudre par rapport à $\frac{d^p y}{dx^p}, \frac{d^{p+1}y}{dx^{p+1}}, \dots, \frac{d^{N-1}y}{dx^{N-1}}$, et les p solutions communes supposées ne pourront être que les valeurs mêmes de y résultant par là de l'expression de $\frac{d^p y}{dx^p}$ en fonction linéaire de $y, \frac{dy}{dx}, \dots, \frac{d^{p-1}y}{dx^{p-1}}$.

» Réciproquement, si les δ_i sont nuls et que Δ_1 soit différent de zéro, le système (3′) pouvant se résoudre par rapport à $\frac{d^p y}{dx^p}, \frac{d^{p+1}y}{dx^{p+1}}, \dots, \frac{d^{N-1}y}{dx^{N-1}}$, puis les équations extrêmes du système (1′) donnant les mêmes valeurs $\frac{d^N y}{dx^N}$, on voit que les équations (1′) sont vérifiées par les p solutions distinctes dues à l'équation d'ordre p qui constitue l'expression même de $\frac{d^p y}{dx^p}$ et qu'elles ne pourront l'être par d'autres solutions distinctes de celles-là. Donc

les équations $F = 0$, $f = 0$ ont p solutions distinctes, sans en avoir davantage, quand on a les $\delta_i = 0$ et $\Delta_1 \neq 0$.

» Si avec p solutions communes, les δ_i étant nuls comme on l'a vu, on avait $\Delta_1 = 0$, le système (2′), qui est de même forme que le système (1′), étant vérifié pour chaque solution commune, le déterminant Δ relatif à ce système (2′), formé des coefficients de $x^{p+1}, \ldots, x^{N-1}$ dans le système et des polynômes qui y précèdent les termes en x^{p+1}, serait nul pour chaque solution commune. Mais ce déterminant peut se décomposer en deux : l'un égal à $\Delta_1 \frac{d^p y}{dx^p}$ se trouvant nul, l'autre le serait aussi; mais celui-ci, d'ordre $p-1$, étant nul pour les p solutions distinctes, les déterminants δ_i dont il est la somme, respectivement multipliés par $y, \frac{dy}{dx}, \ldots, \frac{d^{p-1}y}{dx^{p-1}}$, seraient nuls séparément. En conséquence, d'après ce qui précède, si le déterminant Δ'_1 des coefficients de $\frac{d^{p+1}y}{dx^{p+1}}, \ldots, \frac{d^{N-2}y}{dx^{N-2}}$ pour le système (2″) dû à la suppression des deux équations extrêmes dans (2′) n'est pas nul, les équations $F = 0$, $f = 0$ auraient $p+1$ solutions communes, et non plus p seulement. A supposer Δ'_1 égal à zéro, et continuant ainsi, on trouverait un nombre de solutions de plus en plus grand s'il y en a.

» Donc, quand il y a p solutions communes exactement, on a pour le système (1′) les $p\,\delta_i$ nuls séparément, et $\Delta_1 \neq 0$. Telles sont les conditions nécessaires et suffisantes pour avoir exactement p solutions distinctes communes.

» Quant à l'équation d'ordre p, donnant les solutions communes, elle s'obtiendra par l'élimination de $\frac{d^{p+1}y}{dx^{p+1}}, \ldots, \frac{d^{N-1}y}{dx^{N-1}}$ dans le système (2′). On l'aura en égalant à zéro le déterminant Δ relatif à ce système (2′) lui-même, c'est-à-dire, sous forme de déterminant, le polynôme qui a pour éléments de sa première colonne les ensembles de termes en $y, \frac{dy}{dx}, \ldots, \frac{d^p y}{dx^p}$ que présente le système (2′), et pour éléments des colonnes suivantes respectivement les coefficients de $\frac{d^{p+1}y}{dx^{p+1}}, \ldots, \frac{d^{N-1}y}{dx^{N-1}}$: de sorte que Δ_1 est le coefficient de $\frac{d^p y}{dx^p}$ dans l'équation, et les coefficients de $\frac{d^{p-1}y}{dx^{p-1}}, \ldots, \frac{dy}{dx}, y$ sont dus au changement dans Δ_1 des coefficients de $\frac{d^p y}{dx^p}$ en ceux de $\frac{d^{p-1}y}{dx^{p-1}}, \ldots, \frac{dy}{dx}, y$.

» Si l'on a $m \geqq n$ et qu'on prenne tour à tour $p = n, n-1, n-2, \ldots$, l'équation aux solutions communes, s'il y en a, s'accusera par une équa-

tion identique, précédée d'une équation où ne manquera pas le terme de l'ordre le plus élevé, qui sera celle-là précisément. C'est ainsi que se fixera au mieux le nombre des solutions communes ou que s'établiront les conditions à obtenir pour en avoir un nombre voulu.

» Il convient toutefois d'observer que dans cette recherche on peut tomber sur une équation identique, avec une équation précédente manquant du premier terme; il y aurait alors à poursuivre le calcul jusqu'à reconnaître ou qu'il n'y a pas de solution commune, ou qu'il s'en trouve tel ou tel nombre.

» Ajoutons que si les coefficients sont constants dans F et f, on déduit immédiatement de ce qui précède, en se reportant aux équations caractéristiques correspondantes, ce qui concerne deux polynômes entiers en x à l'égard de leur plus grand commun diviseur.

» Du reste, des considérations tout à fait analogues à celles que nous venons de développer peuvent directement s'appliquer à deux équations entières $F(x) = 0$, $f(x) = 0$, de degrés m et n. Elles constituent une marche plus simple, plus rapide surtout que celle qui est présentée dans notre Mémoire sur l'élimination. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Définition naturelle des paramètres différentiels des fonctions, et notamment de celui du second ordre* Δ_2. Note de M. **J. Boussinesq**, présentée par M. de Saint-Venant.

« Je ne sais si les géomètres se sont aperçus d'une définition très simple qu'on peut donner des paramètres différentiels des fonctions, et qui, pour celui Δ_2 du second ordre, est susceptible d'une forme géométrique expliquant l'immense rôle de ce paramètre dans la Physique mathématique. La définition dont il s'agit consiste, pour le paramètre Δ_2 en particulier, à dire *qu'il exprime, à un facteur constant près, la valeur moyenne des dérivées secondes de la fonction, prises, au point considéré* (x, y, z), *suivant toutes les directions possibles, c'est-à-dire dans le sens de toutes les droites qui s'y croisent.* En effet, soient a, b, c les trois cosinus directeurs de l'une de ces droites et $\rho = f(x, y, z)$ une *fonction* quelconque *de point*, ou fonction des trois coordonnées rectangulaires x, y, z. Le long d'un chemin infiniment petit ds, compté sur cette droite à partir du point (x, y, z), les coordonnées croissent de $dx = a\,ds$, $dy = b\,ds$, $dz = c\,ds$; en sorte que l'accroissement correspondant de la fonction est $d\rho = \left(\frac{d\rho}{dx}a + \frac{d\rho}{dy}b + \frac{d\rho}{dz}c\right)ds$. Il en ré-

sulte, comme on sait, la formule symbolique de différentiation

$$\frac{d}{ds} = a\frac{d}{dx} + b\frac{d}{dy} + c\frac{d}{dz};$$

et l'on trouve ensuite, pour la dérivée seconde de ρ suivant la direction (a, b, c),

$$(1)\quad \frac{d^2\rho}{ds^2} = a^2\frac{d^2\rho}{dx^2} + b^2\frac{d^2\rho}{dy^2} + c^2\frac{d^2\rho}{dz^2} + 2bc\frac{d^2\rho}{dy\,dz} + 2ca\frac{d^2\rho}{dz\,dx} + 2ab\frac{d^2\rho}{dx\,dy}.$$

» Si, actuellement, la droite tourne autour du point (x, y, z), de manière à recevoir successivement toutes les orientations, les cosinus a, b, c et même leurs produits deux à deux bc, ca, ab, aussi souvent et autant négatifs que positifs, seront nuls en moyenne; ce qui fera disparaître de la valeur moyenne de la dérivée seconde les trois derniers termes. Quant aux trois précédents, les carrés a^2, b^2, c^2 devront y être remplacés par leurs moyennes, évidemment égales entre elles et (vu la relation $a^2 + b^2 + c^2 = 1$) à $\frac{1}{3}$. Il viendra donc

$$(2)\qquad \text{moy. de}\frac{d^2\rho}{ds^2} = \frac{1}{3}\left(\frac{d^2\rho}{dx^2} + \frac{d^2\rho}{dy^2} + \frac{d^2\rho}{dz^2}\right) = \frac{\Delta_2\rho}{3}.$$

» Ainsi le paramètre différentiel Δ_2 d'une fonction est bien, à un facteur numérique près, ce qu'on pourrait appeler sa *dérivée seconde moyenne* dans l'espace : il constitue, pour les figures à trois dimensions (comme est, par exemple, une masse hétérogène), ou pour les affections d'un espace triplement étendu, l'équivalent de ce qu'est dans les surfaces la *courbure moyenne*, avec laquelle il se confond d'ailleurs, sauf encore un facteur numérique, quand il s'agit d'une fonction ρ indépendante de z, et de la surface ayant pour équation $z = \varepsilon\rho$, où ε désigne une constante infiniment petite. Le théorème d'Euler, sur la somme des courbures de deux sections normales rectangulaires d'une surface, n'est qu'un cas particulier du principe évident de l'invariabilité du trinôme $\Delta_2\rho$ quand le système des axes coordonnés tourne arbitrairement.

» L'expression $\Delta_1\rho = \sqrt{\frac{d\rho^2}{dx^2} + \frac{d\rho^2}{dy^2} + \frac{d\rho^2}{dz^2}}$, à laquelle Lamé a donné le nom de *paramètre différentiel du premier ordre* de la fonction ρ, comporte une définition analogue, car son carré, divisé par 3, n'est autre chose que la valeur moyenne du carré de la dérivée première $\frac{d\rho}{ds}$, carré ayant pour développement $a^2\frac{d\rho^2}{dx^2} + \ldots$

» Revenant au paramètre Δ_2, imaginons qu'on décrive, autour du point (x, y, z) comme centre, une sphère d'un rayon infiniment petit r; et, ρ désignant la valeur de la fonction en ce centre, appelons ρ' et ρ'' ses valeurs aux deux extrémités du diamètre dont la direction est (a, b, c). La dérivée seconde (1), égale, par définition, à la valeur limite du rapport

$$\frac{1}{r}\left(\frac{\rho'-\rho}{r}-\frac{\rho-\rho''}{r}\right),$$

qui n'est autre que $\frac{2}{r^2}\left(\frac{\rho'+\rho''}{2}-\rho\right)$, sera sensiblement le produit de $\frac{2}{r^2}$ par l'excédent, sur la valeur de ρ au centre, de la moyenne de ses deux valeurs aux extrémités du diamètre $2r$. Par suite, si l'on appelle ρ_1 la moyenne générale des valeurs de la fonction sur toute la surface de la petite sphère, ou aux extrémités de tous les diamètres possibles, il viendra

$$(3) \qquad \Delta_2\rho = 3\,\text{moy. de}\,\frac{d^2\rho}{ds^2} = \frac{6}{r^2}(\rho_1-\rho).$$

» Donc, *le paramètre différentiel du second ordre d'une fonction, en un point donné, égale le produit de l'accroissement moyen qu'elle éprouve autour de ce point, quand on s'en éloigne à une distance infiniment petite, par six fois l'inverse du carré de cette distance. C'est justement parce que ce paramètre mesure ainsi l'accroissement moyen de la fonction autour du point qu'il en est la dérivée la plus naturelle*, et que, par exemple, dans la théorie de la chaleur, où les échanges calorifiques se règlent d'après les différences de température, il exprime, à un facteur spécifique près, le gain total de la chaleur effectué par la molécule (x, y, z) sur ses voisines pendant un instant infiniment petit.

» La formule (3), résolue par rapport à ρ_1, donne les deux premiers termes du développement de cette fonction de x, y, z, r, suivant les puissances de r. Mais le même développement tout entier résulte de l'équation aux dérivées partielles $\frac{d^2 r\rho_1}{dr^2} = \Delta_2(r\rho_1)$, que j'ai démontrée dans une Note du 29 juin 1882 (*Comptes rendus*, t. XCIV, p. 1465). En effet, l'ordre des signes $\frac{d^2}{dr^2}$ et Δ_2 pouvant s'intervertir, on aura, en différentiant deux fois, par rapport à r, les deux membres de cette équation,

$$\frac{d^4 r\rho_1}{dr^4} = \Delta_2\frac{d^2 r\rho_1}{dr^2} = \Delta_2\Delta_2(r\rho_1) = (\Delta_2)^2(r\rho_1);$$

et l'on aura de même successivement toutes les dérivées d'ordre pair de $r\rho_1$. En général :

$$\frac{d^{2n} r\rho_1}{dr^{2n}} = (\Delta_2)^n (r\rho_1); \quad \text{d'où} \quad \frac{d^{2n+1} r\rho_1}{dr^{2n+1}} = (\Delta_2)^n \left(\rho_1 + r\frac{d\rho_1}{dr}\right).$$

» Si l'on fait enfin, dans l'expression de ces dérivées, $r = 0$ et, par suite, $\rho_1 = \rho$, puis si on les porte dans le développement de $r\rho_1$ suivant les puissances de r, donné par la série de Maclaurin, et si l'on divise par r, il vient

$$(4) \quad \rho_1 = \rho + \frac{r^2}{2.3}\Delta_2\rho + \frac{r^4}{2.3.4.5}\Delta_2\Delta_2\rho + \ldots + \frac{r^{2n}}{2.3\ldots(2n+1)}(\Delta_2)^n\rho + \ldots.$$

» On en déduit que les dérivées impaires de ρ_1 en r s'annulent à la limite $r = 0$, tandis que sa dérivée de l'ordre pair quelconque $2n$ y égale le quotient de $(\Delta_2)^n\rho$ par $2n+1$. D'ailleurs, si l'on exprime la dérivée $m^{\text{ième}}$ de ρ, le long d'une droite infiniment petite émanée du point (x, y, z), en fonction des valeurs de ρ aux points où cette droite coupe $m+1$ sphères infiniment petites et équidistantes décrites autour de (x, y, z) comme centre, il est clair que les moyennes de ces valeurs respectives pour les différentes orientations de la droite seront les valeurs de ρ_1 sur ces mêmes sphères, et que, par suite, la dérivée $m^{\text{ième}}$ de ρ_1, pour $r = 0$, vaudra justement la moyenne des valeurs de la dérivée $m^{\text{ième}}$ de ρ. On aura donc

$$(5) \quad \text{moy. de } \frac{d^m\rho}{ds^m} = 0 \text{ (pour } m \text{ impair)}, \quad \frac{1}{m+1}(\Delta_2)^{\frac{m}{2}}\rho \text{ (pour } m \text{ pair)},$$

formule comprenant (2), et qui exprime très simplement, par le symbole Δ_2, la valeur moyenne, pour un point donné (x, y, z), de la dérivée d'un ordre quelconque d'une fonction de point suivant les différentes directions. »

PHYSIQUE. — *Observations du spectre solaire;* par M. LANGLEY.

« En 1881, une expédition, équipée à l'Observatoire d'Alleghany, aux frais d'un habitant de Pittsburg (Pennsylvania), se mit en route pour continuer, dans des conditions plus avantageuses, des investigations déjà en voie de progrès. Elle se rendit au mont Whitney, dont le sommet, presque aussi élevé que celui du mont Blanc, domine la région la plus sèche et la plus déserte de la Californie méridionale.

» Une escorte militaire et des moyens de transport furent fournis par le *Signal Office* des États-Unis, grâce à la sollicitude du directeur, le général W.-B. Hazen, sous les auspices duquel l'expédition fut conduite, et qui veut bien me permettre de communiquer ici, avant la publication officielle, quelques-uns des résultats obtenus.

» Une des études projetées était une nouvelle détermination de la quantité de chaleur envoyée par le Soleil à la Terre (*constante solaire*) et, incidemment, les lois de l'absorption des rayons solaires par notre atmosphère.

» Dans une région excessivement sèche, et à des distances où elles pouvaient communiquer optiquement entre elles, trois stations furent établies simultanément : l'une à 800^m, la deuxième à 4000^m et la troisième à 4800^m d'altitude.

» Les observations les plus importantes furent faites, au moyen du spectrobolomètre, sur les rayons homogènes, par les méthodes que j'ai fait connaître; mais il y eut aussi des observations faites synchroniquement dans chaque station, au moyen de divers appareils, tels que l'actinomètre de M. Violle et le pyrhéliomètre de Pouillet. Ces opérations furent continuées pendant plus de quatre semaines.

» La valeur classique de Pouillet est d'environ $1^{cal},7$. Toutes les déterminations faites dans les cinquante dernières années tendent à augmenter cette valeur; les plus récentes, dues à MM. Soret, Crova et Violle, conduisent de $2^{cal},2$ à $2^{cal},5$.

» En raison du grand nombre d'observations et des calculs très longs qu'elles entraînent, je ne puis encore assigner ici une valeur définitive : toutefois, je trouve à peu près 3^{cal}; en d'autres termes, abstraction faite de notre atmosphère, les rayons solaires élèveraient de 3° C. 1^{gr} d'eau en une minute, pour chaque centimètre carré de la surface terrestre qui y serait normalement exposée.

» Dans une précédente Communication, j'ai montré que la formule employée par Pouillet donne des résultats erronés, et toujours trop faibles; cette formule n'est vraiment applicable qu'aux rayons homogènes. Étudiant actuellement de tels rayons et combinant des observations faites à des altitudes aussi différentes que celles déjà mentionnées, j'ai pu mesurer la *valeur* de l'absorption de notre atmosphère par rapport à chaque partie du spectre, depuis l'ultra-violet jusqu'à l'infra-rouge le plus extrême.

» Dans une précédente Communication, j'avais déjà signalé qu'il existe

des rayons solaires infra-rouges d'une longueur d'onde de $\frac{3}{1000}$ de millimètre, en nombres ronds.

» J'ai pu, sur le mont Whitney, observer aisément une portion de cette vaste région, qui ne figure encore sur aucune Carte, et dont l'étendue est plus considérable que le spectre visible tout entier.

» A mon retour à l'Observatoire d'Alleghani, j'ai pu continuer ces dernières observations, même dans notre basse atmosphère, et j'ai maintenant l'honneur de présenter à l'Académie deux Cartes : l'une, d'après l'échelle prismatique, l'autre d'après l'échelle normale, montrant la distribution de l'énergie solaire, depuis $\lambda = 3500$ unités d'Angström dans l'ultra-violet jusqu'à $\lambda = 12000$ (là où les Cartes authentiques qui me sont connues s'arrêtent) et puis jusqu'à $\lambda = 2800$ unités.

» C'est là que le spectre solaire, tel que nous le recevons ici, s'arrête enfin; je ne doute pas que, si notre atmosphère était tout à fait enlevée, nous verrions le spectre infra-rouge s'étendre beaucoup plus loin.

» Au contraire, dans la direction du violet, s'il n'y avait aucune absorption, le spectre ne s'étendrait guère plus loin.

» Dans la courbe prismatique (*fig.* 1), les abscisses sont proportionnelles aux déviations; dans la courbe de diffraction (*fig.* 2), elles sont proportionnelles aux longueurs d'onde; dans toutes les deux, les ordonnées donnent les énergies solaires (relatives) des rayons correspondants.

» L'énergie totale entre deux longueurs d'onde quelconques est donc représentée par l'aire comprise entre leurs propres ordonnées; d'où il suit que l'aire totale entre chaque courbe et l'axe des abscisses est la même, puisque les deux aires représentent la même somme totale d'énergie solaire; les contours dissemblables tiennent à la distorsion du prisme.

» Dans toutes les deux, l'aire au-dessous de $\lambda = 7600$ (A de Fraunhofer) est presque égale à trois fois l'aire au-dessus de cette longueur.

» Cela veut dire que, de toute l'énergie qui vivifie le monde, un quart seulement se trouve dans le champ familier du spectre visible et de l'ultra-violet; et les trois autres quarts existent dans cette grande région infra-rouge sur l'extension de laquelle on a eu (par l'effet de cette même distorsion du prisme) des idées si erronées. Les Cartes que je présente ici en donnent les vraies proportions sur l'échelle normale.

» Les grandes interruptions des courbes qui se présentent comme des bandes froides dans le spectre correspondant sont probablement dues à l'agrégation de lignes très ténues que le bolomètre ne peut pas séparer.

» Une longue suite d'observations non décrites ici, faites à des altitudes très différentes, a donné une seconde courbe qui montre la distribution de

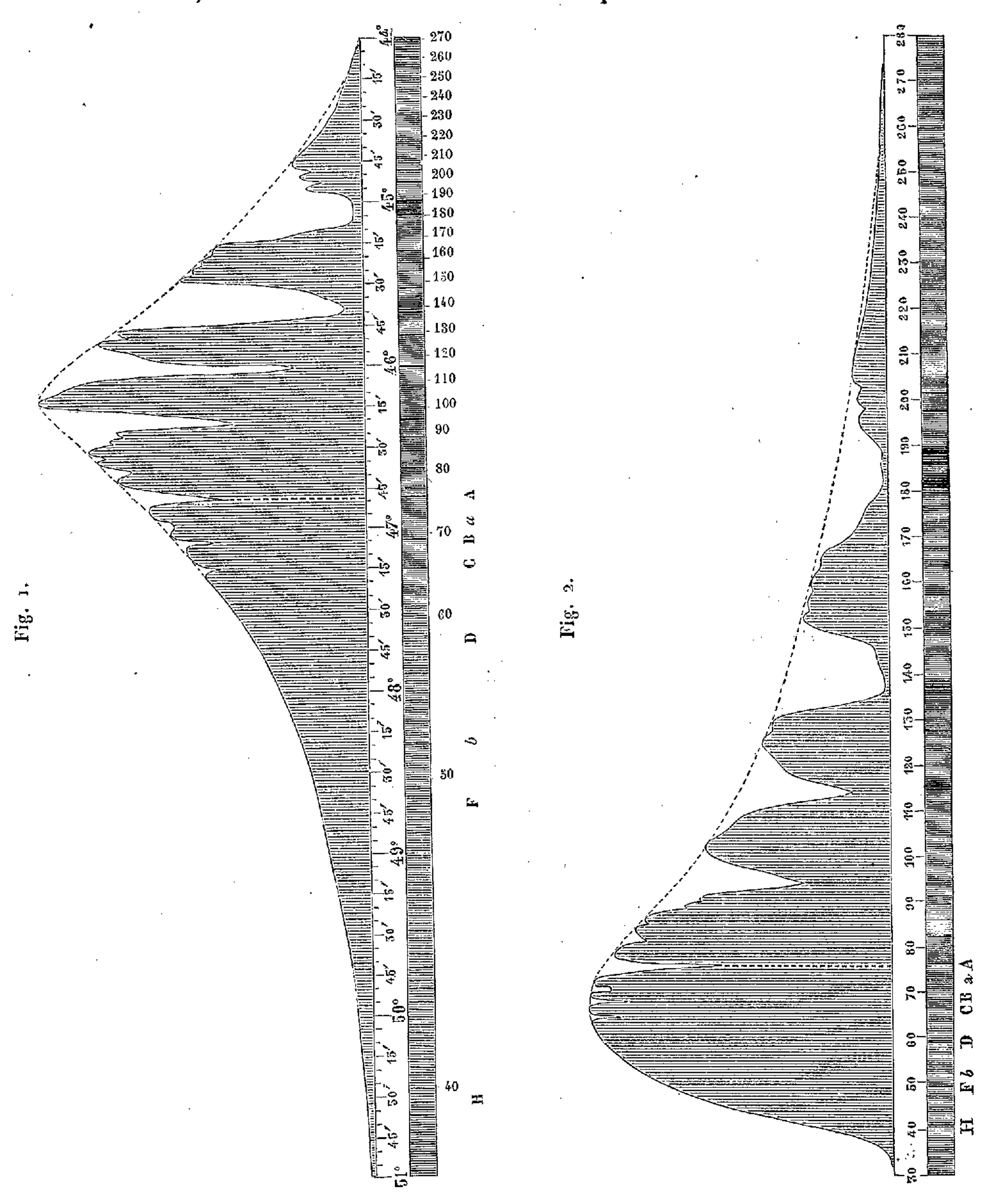


Fig. 1.

Fig. 2.

l'énergie, abstraction faite de l'absorption de notre atmosphère; une troisième courbe non figurée (faite à Alleghany avec des appareils spéciaux) donne la distribution de l'énergie, abstraction faite de l'atmosphère solaire.

» Quant à l'absorption tellurique, j'ai trouvé, contrairement à une opinion fort généralement acceptée, que, au moins dans les climats secs, l'absorption générale diminue jusqu'à l'extrême infra-rouge; de sorte que ces rayons traversent notre atmosphère avec une facilité toujours croissante, jusqu'au point où le spectre se termine.

» En thèse générale, dans l'atmosphère terrestre et dans celle du Soleil, l'absorption se fait dans le même sens, c'est-à-dire en croissant (sauf dans les interruptions citées) lorsque la longueur d'onde diminue; mais par des expériences optiques convenables, en mélangeant les couleurs du spectre dans des proportions nouvelles, mais définies, nous pouvons obtenir la couleur de la lumière à la limite supérieure de la photosphère.

» Par des procédés variés, en combinant, par exemple, les disques de Maxwell, en n'employant pas les proportions qui donnent la couleur *blanche*, mais bien les proportions que ces observations démontrent qu'on obtiendrait à la surface de la photosphère (si nous pouvions nous débarrasser de tous les milieux absorbants), on trouve que la couleur résultante nous apparaîtrait semblable à celle du spectre près de F.

» La couleur absolue de la photosphère est donc bleue.

» Revenant aux cartes qui ne montrent la distribution de l'énergie que comme nous la recevons à la surface de la Terre, c'est-à-dire après une double absorption, et dans l'atmosphère solaire et dans la nôtre, j'ai dernièrement observé, près de $\lambda = 3500$, un point d'inflexion (cette inflexion est aussi observée dans la courbe hors de notre atmosphère). La somme d'énergie, au delà de ce point jusqu'à la limite de la longueur d'onde $\lambda = 2900$, est très minime et n'est pas représentée.

» La distribution de l'énergie dans le spectre visible normal confirme le fait bien reconnu maintenant, que l'énergie maximum se trouve dans l'orangé; les interruptions sont, pour la plupart, des lignes de Fraunhofer, insignifiantes.

» La région nouvellement marquée sur la Carte est caractérisée par des crevasses énormes, qui, en un point, coupent le spectre en deux. Je travaille à déterminer la nature de ces grandes bandes froides.

» La partie la plus laborieuse de cette recherche a consisté dans la détermination des longueurs d'onde dans le spectre prismatique. Après des mesures prises et établies avec soin, au moyen des prismes de sel gemme, de quartz et de verre, et pour le spectre de diffraction avec de grands réseaux, j'ai été conduit à répéter le tout avec un réseau tracé tout spéciale-

ment pour cette expérience, par le professeur Rowland, sur la surface concave d'un métal de miroir, présentant une énorme surface rayée de 144^{cq} et fournissant des spectres d'une définition parfaite, et cela sans employer ni collimateur ni télescope.

» Des rayons d'une longueur définie, venus de ce réseau, étaient isolés au moyen d'une étroite fente ménagée dans l'écran sur lequel tombaient les spectres superposés; et ce mince filet de rayons tombait à son tour sur un prisme fixé sur un grand cercle divisé, qui les tamisait; de sorte que les rayons invisibles, alors séparés et presque homogènes, tombaient enfin sur le bolomètre, nous donnant ainsi la vraie relation entre la longueur d'onde et la dispersion.

» Je ne trouve pas que cette relation soit donnée exactement par la formule de Briot, comme on l'a dit; toutefois (pour le prisme employé, au moins), cette formule donne des résultats bien préférables à ceux que fournit la formule bien connue de Cauchy, qui donne, par les extrapolations, des résultats très défectueux, dans le champ de ces nouvelles recherches. »

BOTANIQUE. — *Des causes diverses de l'étiolement des plantes.* Note de M. E. **Mer**, présentée par M. P. Duchartre.

« Les formes aquatiques des plantes amphibies présentent, dans leur aspect extérieur et leur structure interne, la plus grande analogie avec les formes des plantes aériennes végétant à l'obscurité ou à l'air humide. Aussi ces caractères doivent-ils être désignés sous le nom de *caractères d'étiolement*, quel que soit du reste le milieu dans lequel ils apparaissent. Grâce à ce rapprochement, il est possible d'entrevoir d'une manière plus nette les causes du phénomène. Elles sont de divers ordres.

1° En comparant, dans des plantes appropriées, d'une part la végétation à l'air libre, d'autre part la végétation à l'obscurité, à l'air humide ou sous l'eau, on reconnaît que, dans ces derniers milieux, la croissance est non seulement plus rapide, mais de plus longue durée. L'exception à cette règle qu'on a cru rencontrer dans les feuilles pétiolées n'est qu'apparente si l'on considère, non plus séparément, mais dans leur ensemble, les deux portions qui constituent ces organes (1). Les dimensions du limbe et du pétiole sont non seulement complémentaires les unes des autres, mais encore de

(1) On peut dire d'une manière générale que, sous l'influence de l'étiolement, les feuilles ont une tendance à se transformer en organes minces et allongés. C'est ce qui frappe surtout

celles des entrenœuds; ces dernières le sont même entre elles. Ces différences doivent être attribuées au balancement nutritif. Si les limbes étiolés restent exigus, c'est en partie parce que les entrenœuds et les pétioles, ayant la faculté de grandir plus longtemps dans ces conditions, absorbent les matières nutritives au détriment des limbes.

2° Mais cette cause n'est pas la seule. L'expérience suivante le prouve : quand on maintient, immergée à une faible distance de la surface, une jeune feuille nageante de *Ranunculus aquatilis*, le pétiole s'allonge sensiblement, tandis que le limbe reste à peu près stationnaire. Laisse-t-on nager ce dernier, il se remet à grandir et à épaissir, tandis que, par suite du balancement nutritif dont il vient d'être question, la croissance du pétiole s'arrête à son tour. Or on sait, d'une part, que les feuilles nageantes de cette plante ne produisent pas d'amidon sous l'eau et, d'autre part, qu'une feuille n'acquiert pas ses dimensions normales dans un milieu où cette fonction est entravée. L'accroissement du limbe de *R. aquatilis*, dès qu'il parvient à la surface, doit donc être attribué en partie à la possibilité où il se trouve d'assimiler avec énergie, mais en partie aussi à un autre motif. Si l'on introduit en effet des rameaux de cette plante sous deux cloches exposées à une lumière diffuse assez vive, en ayant soin de maintenir humide l'air de l'une d'elles, on remarque que les pousses qui se développent dans cette dernière sont plus grêles et se rapprochent davantage des formes aquatiques. Or, comme dans cette expérience la transpiration est la seule fonction qui soit modifiée, il semble naturel d'en regarder l'accomplissement, dans de justes limites, comme indispensable pour qu'un limbe atteigne ses dimensions normales. Il est probable que si la transpiration active le développement du limbe, c'est en provoquant dans cet organe un appel énergique de matières nutritives.

3° D'après ce qui précède, il semble qu'en disposant une plante en germination de manière que les limbes des feuilles se trouvent seuls à l'obscurité, les pétioles et les entrenœuds doivent s'allonger davantage, parce que les matières nutritives de la graine sont faiblement attirées dans les limbes. L'expérience faite sur des haricots ne produit cependant pas ce résultat. Les pétioles et les entrenœuds en voie de croissance deviennent seulement plus épais et se couvrent de poils plus abondants, indice d'une accumulation de nourriture dans ces régions. L'exposition à la lumière a donc pour

---

quand on examine le *Potamogeton natans*, croissant dans les eaux profondes. On y voit tous les passages entre les feuilles courtes, munies d'un limbe normal dans le voisinage de la surface, et celles dépourvues de limbe et très allongées, qui sont insérées sur le bas de la tige.

résultat d'abréger la période d'allongement des tissus superficiels tout au moins, par suite d'une diminution rapide de la turgescence et d'un accroissement d'épaisseur des parois. Dans l'air humide, en effet, l'allongement est plus considérable. Cette cause doit donc entrer en ligne de compte pour une part importante dans l'étude de l'étiolement ([1]).

» 4° Si l'on immerge, d'une part au jour, de l'autre à l'obscurité, deux rameaux de *Ranunculus aquatilis*, portant de jeunes feuilles nageantes, les limbes de ces dernières se développent plus à la lumière ; c'est le contraire pour les pétioles et les entrenœuds. Or, dans les deux cas, les limbes ne peuvent produire d'amidon, et la transpiration est annulée. De même, lorsqu'on place dans ces conditions deux pieds de *Littorella* ou de *Isoetes lacustris*, on remarque que les jeunes feuilles formées à l'obscurité pendant la durée de l'expérience sont plus longues et plus étroites. Ces résultats ne peuvent s'expliquer par aucune considération de nutrition ou de transpiration. Ils nous montrent que, indépendamment des effets dont il vient d'être question, la lumière exerce sur le développement des cellules à chlorophylle, et surtout des cellules palissadiformes, une influence analogue à celle qu'elle exerce sur les granules chlorophylliens eux-mêmes. Pour acquérir leurs dimensions normales, ces cellules ont besoin d'être exposées au jour, d'y transpirer et d'y assimiler.

» L'étiolement est donc le résultat de causes multiples d'importance variable, qui peuvent agir à la fois ou isolément. De là des degrés divers dans le phénomène. Lorsque la tige est rudimentaire ou réduite à un bulbe et que les feuilles sont sessiles, le balancement nutritif n'exerce qu'une faible influence, puisque c'est dans le même organe que se concentrent alors les matières alimentaires. Les rapports de dimensions de cet organe sont seulement modifiés. Le cas le plus complexe est celui où les causes d'étiolement sont réunies et s'ajoutent : ainsi lorsqu'une plante aquatique, munie d'une tige et de feuilles pétiolées, est immergée à l'obscurité. Ce cas se rencontre quelquefois dans la nature, par exemple dans les premières feuilles qui apparaissent au printemps sur les pieds de *Potamogeton natans* situés dans les eaux profondes. On sait quelle longueur démesurée atteignent alors ces organes. »

([1]) C'est parce que la transpiration est faible dans les organes étiolés et que la turgescence y est plus constante, que la croissance des éléments y est plus régulière, et par suite leur structure plus uniforme, leurs contours moins sinueux. A la lumière, la transpiration est constamment modifiée : de là des perturbations continuelles dans la turgescence et, comme conséquence, des irrégularités dans l'accroissement.

CHIRURGIE. — *Sur une nouvelle amputation du membre supérieur.* Note de M. **Després**, présentée par M. Gosselin.

« Dans les cas de broiement de l'épaule avec large plaie, des chirurgiens anglais et un chirurgien français, M. Parise, ont pratiqué l'ablation du bras avec l'omoplate qu'ils ont enlevée par morceaux; c'était en réalité une régularisation d'une plaie avec résection de l'omoplate. D'autres chirurgiens ont enlevé le bras d'abord, puis ont enlevé ensuite l'omoplate, tout ou partie, à plusieurs semaines ou mois d'intervalle.

» Pour un cas d'ostéosarcome de l'omoplate, j'ai conçu et exécuté avec succès l'*amputation de l'épaule*, c'est-à-dire l'ablation du bras avec l'omoplate et une partie de la clavicule.

» Voici le procédé opératoire que j'ai employé :

» *Premier temps.* — Ligature de l'artère sous-clavière en dehors des scalènes par le procédé classique; ligature double, afin de se prémunir contre les hémorrhagies secondaires.

» *Deuxième temps.* — Incision en raquette partant du milieu de l'espace qui sépare la saillie des apophyses épineuses des vertèbres, du bord interne de l'omoplate, au niveau de l'épine de l'omoplate, en suivant le dos, contournant la partie saillante de l'épaule et passant sous l'aisselle au milieu des poils, puis revenant sur le dos rejoindre l'incision près du point de départ.

» *Troisième temps.* — Dissection d'un lambeau supérieur sans communiquer avec la plaie de la ligature de la sous-clavière.

» *Quatrième temps.* — Section de la clavicule aussi près que possible de sa partie moyenne.

» *Cinquième temps.* — Ligature de la veine axillaire.

» *Sixième temps.* — Détacher l'omoplate en sectionnant le grand et le petit pectoral et le grand dorsal, et en coupant ensuite les muscles, insérés sur l'omoplate, que l'on sectionne en luxant cet os en arrière.

» On lie la scapulaire commune si elle donne encore. On réunit ensuite la plaie à l'aide d'une suture, sauf dans l'angle qui correspond à l'aisselle.

» Les dangers de cette opération consistent : 1° dans la perte abondante de sang veineux, 2° dans la possibilité de l'entrée de l'air dans la veine axillaire; mais ces accidents ne sont pas infailliblement mortels. Chez mon malade il y a eu une syncope et un état asphyxique avec écume aux lèvres, qui n'étaient point toutefois liés à l'absorption du chloroforme : le malade est revenu à lui. En le plaçant la tête en bas, nous avons vu la respiration se rétablir régulièrement.

» Une complication ultérieure se présente aussi : l'extrémité de la clavicule fait saillie sous la peau et finit par la perforer. Mais je pense qu'il vaut mieux subir cette complication que d'enlever la totalité de la clavicule. En effet, sans compter que la plaie de la ligature serait alors confondue avec la plaie de l'amputation, et pourrait participer à la suppuration qui ne manquerait pas de gagner la poitrine, il y a intérêt à conserver un peu de la clavicule pour couvrir la partie supérieure du thorax.

» Cette opération convient dans les cas de cancer de l'omoplate; elle est moins grave que l'ablation de l'omoplate en laissant le bras. Elle convient encore dans les cas de tumeur blanche de l'épaule avec lésions étendues de l'omoplate. Chez les sujets âgés de moins de vingt-cinq ans, elle donnera des succès nombreux.

» Comme pansement, l'immobilisation de la plaie avec une large bande de diachylum est ce qu'il y a de mieux pour les huit premiers jours; plus tard j'ai employé les cataplasmes et le pansement simple. Le malade, opéré le 19 juin, a eu sa plaie tout à fait cicatrisée le 19 août. Il attend aujourd'hui la confection d'un membre artificiel. »

M. Govi adresse à l'Académie deux opuscules intitulés « Alcune lettere inedite di Galileo Galilei » et « Intorno alla trasformazione della elettricita ordinaria in correnti voltaiche e sulle applicazioni di queste correnti ».

« Le premier de ces Opuscules contient six lettres inédites de Galilée, dont cinq adressées au cardinal Frédéric Borromée, et une à Raphaël Staccoli, auditeur au Tribunal des Eaux à Florence. Les cinq premières sont tirées de la Bibliothèque ambroisienne, de Milan, la dernière des Archives de Florence. Quoique ces lettres n'offrent pas un grand intérêt scientifique, elles peuvent servir à fixer quelques dates de la vie de Galilée, et M. Govi en a profité pour y ajouter des Notes très riches en renseignements sur Galilée, sur ses correspondants et sur les éditions de quelques-uns de ses Ouvrages.

» Le second Opuscule se rapporte à des expériences de transformation de l'électricité de tension en courants voltaïques. Lorsque M. Govi entreprit ces recherches, il ne connaissait pas les résultats obtenus, dans la même voie, par M. Bichat, dont il s'est empressé de reconnaître l'antériorité; mais, comme ses études ont été tout à fait indépendantes de celles du physicien français, les résultats obtenus en diffèrent également. M. Govi, en décomposant l'eau à l'aide d'une petite machine de Holtz, est parvenu à obtenir

en trois minutes 1^{cc} de mélange explosif. Par le courant tiré de la même machine il a fait vibrer une sirène de Froment, produit des spectres magnétiques, donné naissance à de très vives étincelles, en interrompant le courant par une lime en acier, allumé entre deux petits charbons un véritable *arc voltaïque* et fait fonctionner une bobine de Ruhmkorff, qui a pu donner de la sorte de très belles étincelles et illuminer vivement des tubes de Geissler. »

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 31 JUILLET 1882.

Bibliothèque de l'Ecole des Hautes-Etudes, publiée sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique. Section des Sciences naturelles, t. XXIV et XXV. Paris, G. Masson, 1882; 2 vol. in-8°. (Deux exemplaires.)

Mémoires de la Société d'Agriculture, Commerce, Sciences et Arts du département de la Marne; année 1880-1881. Châlons-sur-Marne, A. Denis, 1882; in-8°.

Traité et Aide-mémoire des déviations des compas; par A. MADAMET. Paris, Gauthier-Villars, 1882; 1 vol. in-8° avec atlas.

Faune des Vertébrés de la Suisse; par V. FATIO; vol. IV. *Histoire naturelle des Poissons,* Ire Partie. Genève et Bâle, H. Georg, 1882; in-8°.

Sur le problème de Pfaff; par M. G. DARBOUX. Paris, Gauthier-Villars, 1882; in-8°.

Archives italiennes de Biologie. Revues, résumés, reproductions des travaux scientifiques italiens, sous la direction de MM. C. EMERY et A. MOSSO; t. I. Turin, H. Loescher, 1882; in-8°. (Renvoi à la Commission administrative.)

Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences; vol. IV, Part 2; vol. V, Part 2. New-Haven, 1882; in-8°.

Annual report of the board of regents of the smithsonian institution, etc., for the year 1880. Washington, Government printing office, 1881; in-8° relié.

Astronomical and meteorological observations made during the year 1877, *at the United States Naval Observatory.* Washington, Government printing office, 1881; in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 7 AOUT 1882.

Ministère de la Marine et des Colonies. Aide-mémoire d'Artillerie navale, 1re livr. 1882. Paris, Baudouin; in-8°, avec atlas in-f°.

Ministère de la Marine et des Colonies. Mémorial de l'Artillerie de la Marine; t. X, 1re livr. Paris, Baudouin, 1882; in-8°, avec atlas in-f°.

Annales de l'Observatoire de Paris, publiées sous la direction de M. le contre-amiral Mouchez, directeur de l'Observatoire : Mémoires, t. XVI. Paris, Gauthier-Villars, 1882; in-4°.

Détermination des éléments de construction des électro-aimants; par M. TH. DU MONCEL; 2e édition. Paris, Gauthier-Villars, 1882; in-8°.

ALEX. CHÈVREMONT. *Les mouvements du sol sur les côtes occidentales de la France et particulièrement dans le golfe normanno-breton*. Paris, A. Leroux, 1882; in-8°.

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et documents, 1882, juin. Paris, Dunod, 1882; in-8°.

Système breveté A. Cottrau de locomotives avec roues à double bandage. Napoli, R. Marghieri, 1882; in-8°.

Esperienze sull'antagonismo tra l'oppio e la nicotina, del G. BONACCORSI. Napoli, L. Vallardi, 1882; br. in-8°.

Reale Istituto Lombardo di Scienze e Lettere. Rendiconti; serie II, vol. XIII. Milano-Napoli, U. Hœpli, 1877; in-8°.

Annual report of the chief signal-officer to the Secretary of war for the year 1879. Washington, Government printing office, 1880; in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 14 AOUT 1882.

Paléontologie française ou description des fossiles de la France; 1re série : *Animaux invertébrés. Terrain jurassique*; livr. 51 : *Crinoïdes : par* M. DE LORIOL; texte, feuilles, I à III du t. XI; atlas, planches I à XII. Paris, G. Masson, 1882; in-8°. (Présenté par M. Hébert.)

Recueil de Mémoires et Observations sur l'hygiène et la médecine vétérinaires militaires; IIe série, t. VIII. Paris, J. Dumaine, 1882; in-8°.

La malaria de Rome et l'ancien drainage des collines romaines; par M. TOMMASI-CRUDELI. Paris, A. Delahaye, 1881; br. in-8°.

L'ancien drainage de la campagne romaine; par M. TOMMASI-CRUDELI. Rome, impr. de la Paix, 1882; br. in-8°.

Le drainage profond des campagnes latines; par M. R. de la Blanchère. Rome, impr. de la Paix, 1882; br. in-8°.

La malaria de Rome et le drainage antique; par M. R. de la Blanchère. Rome, impr. de la Paix, 1882; br. in-8°.

Archives néerlandaises des Sciences exactes et naturelles, publiées par la Société hollandaise des Sciences à Harlem et rédigées par E.-H. von Baumhauer, t. XVII. Ier et IIe livr. Harlem, les héritiers Loosjes, 1882; 2 livr. in-8°.

Problèmes numériques faisant suite et servant d'application au Triparty en la science des nombres de Nicolas Chuquet parisien; extrait de la seconde partie du Ms. n° 1346 du fonds français de la Bibliothèque nationale, annoté et publié par M. A. Marre. Rome, impr. des Sciences mathématiques et physiques, 1882; in-4°.

Proceedings of the scientific meetings of the Zoological Society of London. Index 1871-1880. London, 1882; in-8°.

Proceedings of the scientific meetings of the Zoological Society of London for the year 1882; Part I. London, 1882; in-8°.

Remarks explanatory of the charts of meteorological data for the Ocean district adjacent to the cape of Good Hope, published under the authority of the meteorological council. London, 1882; 1 vol. in-4° relié, avec atlas.

United States of America : war department. Professional papers of the signal service; n° 1 : *Report on the solar eclipse of July* 1878; n° 2 : *Isothermal lines of the United States* 1871-1880; n° 3 : *Chronological list of auroras observed from* 1870 *to* 1879; n° 4 : *Report of the tornadoes of May* 29 *and* 30, 1879, *in Kansas, Nebraska, Missouri and Iowa;* n° 5 : *Information relative to the construction and maintenance of Time-Balls;* n° 6 : *The reduction of air-pressure,* etc. Washington, 1881-1882; 6 livr. in-4°.

Report of the superintendent of the U. S. Coast and geodetic Survey showing the progress of the work during the fiscal year ending with june 1878. Washington, Government printing office, 1881; in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 SEPTEMBRE 1882.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Note sur la vie et les travaux de M.* Émile Plantamour; par M. **Faye**.

M. le Secrétaire perpétuel ayant invité M. Faye à donner quelques détails sur notre regretté Correspondant, M. Faye, obligé de quitter Paris, a rédigé de mémoire et envoyé à l'Académie la courte Note suivante :

« M. Plantamour a débuté à l'Observatoire de Paris, où il a été parfaitement accueilli par Arago. Plus tard, il a complété son instruction astronomique sous la direction de Bessel. Sa première thèse, écrite en latin, une dissertation fort bien faite sur la méthode d'Olbers pour le calcul de l'orbite d'une comète d'après trois observations, porte bien l'empreinte du célèbre astronome de Kœnigsberg. M. Plantamour, de retour à Genève, fut chargé de diriger l'Observatoire de cette ville. Il y apporta des qualités précieuses dans un établissement de cet ordre. Ne pouvant rivaliser avec les deux ou trois grands Observatoires de l'époque dans l'étude approfondie des constantes de l'Astronomie, il s'attacha à suivre de près les phénomènes

de tout genre que présente le ciel. Les comètes, particulièrement, occupèrent son attention et fournirent un aliment à ses travaux. Il ne s'est pas présenté, dans le cours de ces quarante dernières années, un seul fait important qui n'ait fourni à M. Plantamour l'occasion de recherches intéressantes. C'est à lui qu'on dut la première détermination de l'orbite de la grande comète de 1843. On se souvient que le fait d'avoir obtenu, par le calcul, une distance périhélie un peu inférieure au rayon du Soleil attira vivement l'attention générale sur cet astre singulier, qui vient de faire, en 1881, une réapparition fort inattendue, et dont le rôle astronomique est loin d'être épuisé.

» Le nom de Plantamour se rattache aussi à un phénomène capital qui se produisit peu d'années après : je veux parler du dédoublement de la comète de Biéla. M. Plantamour s'attacha à suivre les deux fragments, devenus des comètes complètes, par l'observation et le calcul. Il établit que, malgré leur peu de distance mutuelle, qui ne dépassait pas alors les deux tiers de celle de la Lune à la Terre, ces deux astres n'exerçaient l'un sur l'autre aucune attraction sensible, ce qui montre combien leurs masses étaient faibles. C'est cette même comète qui, depuis, a disparu, laissant à sa place, et sur son orbite, un essaim de matériaux désassociés, jouant, à l'occasion, c'est-à-dire à la rencontre de la Terre, le rôle d'étoiles filantes.

» Outre les travaux astronomiques poursuivis sans interruption à l'Observatoire de Genève, M. Plantamour a institué, dans la ville même et à l'hospice du mont Saint-Bernard, des observations météorologiques simultanées. C'est le premier exemple d'une étude systématique de la météorologie des hautes régions. Les résultats, discutés de main de maître, ont été publiés, chaque année, dans la *Bibliothèque universelle* de Genève; ils ont été réunis dans un Ouvrage devenu classique, sous le titre de *Climat de Genève d'après cinquante années d'observations*.

» M. Plantamour a voulu que la Science, qu'il représentait si bien en Suisse, rendît encore d'autres services à son pays. Il a présidé, avec son collègue M. Hirsch et d'autres savants distingués, à la description géodésique de la Suisse et à son nivellement général, œuvre particulièrement difficile dans une des contrées les plus accidentées du globe. Pour ne rien négliger dans cet ensemble de travaux, il y a joint des études approfondies sur la pesanteur et l'observation du pendule.

» Enfin, sous sa direction, l'Observatoire de Genève est devenu un véritable établissement chronométrique comme celui de Neuchâtel. Il con-

tribue ainsi à entretenir l'émulation au sein d'une grande et riche industrie dans laquelle la Suisse s'efforce de conserver le premier rang.

» M. Plantamour possédait une fortune considérable qui lui aurait permis de vivre grandement, en homme de loisir, dans le monde distingué dont il faisait partie. Il a préféré, comme beaucoup de ses compatriotes, une vie active, utile aux Sciences et à son pays, et il a toujours fait le plus noble usage des dons dont il avait été comblé. Tout le monde sait que les plus beaux instruments de l'Observatoire de Genève proviennent de ses libéralités. L'Académie sait aussi qu'il laisse un frère également dévoué à la Science et aimé, comme notre célèbre Confrère, de tous ceux qui ont eu l'avantage de se trouver en relation avec cette famille éminente. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Sur les fièvres paludéennes;* par M. D'ABBADIE.

« Les voyageurs qui ont séjourné dans l'Éthiopie savent que les indigènes des hauts plateaux de ce pays craignent, autant que les Européens, les fièvres qui semblent fatalement attachées aux terres basses et chaudes de la même région. Les habitants de ces lieux malsains n'y ressentent l'endémie que sous la forme d'un léger rhume, tandis que les étrangers, même Éthiopiens, échappent rarement aux fièvres intermittentes, rémittentes ou typhoïdes. Ces maladies apparaissent surtout aux abords de la saison des pluies; mais quelques terres sont, au dire des indigènes, malsaines en toute saison, et surtout pendant la nuit. Il y a quarante ans, une caravane périt tout entière, hommes et bêtes, à la suite d'une halte dans un de ces lieux maudits.

» Il est néanmoins certain que plusieurs chasseurs d'éléphants, natifs des plateaux à climat relativement froid, bravent impunément les régions éthiopiennes les plus chaudes et les plus délétères. Ils attribuent cette immunité à leur habitude de s'administrer, tous les jours, des fumigations de soufre sur le corps nu. A cet égard, M. le Dr Liouville m'a fait observer qu'il serait intéressant de rechercher si des émanations sulfureuses, reçues involontairement près des lieux où la *malaria* règne, ne préservent pas la santé des habitants. Pour éclaircir cette question, je ne pouvais mieux m'adresser qu'à notre confrère M. Fouqué, qui s'est empressé de consulter M. le professeur Silvestri, de Catane, en Sicile. Voici la réponse de ce dernier :

« Je me suis occupé de la question relative à la fréquence des fièvres dans le voisinage

des soufrières et, à ce propos, j'ai consulté beaucoup de médecins. La plupart des soufrières de Sicile sont situées dans des localités montueuses, où l'on ne sent pas l'influence de la *malaria*. Cependant quelques soufrières se trouvent à un niveau peu élevé, en des points où règnent les fièvres intermittentes. Dans ces districts, tandis que la population des villages voisins est atteinte par la fièvre, dans la proportion de 90 pour 100, les ouvriers des soufrières, sans être tout à fait à l'abri du fléau, n'en souffrent relativement que très peu. La proportion dans laquelle ils sont atteints ne dépasse guère 8 à 9 pour 100. Ces chiffres m'ont été particulièrement donnés par un médecin qui a une grande pratique, le Dr Cassaro. »

» L'opinion si générale en Éthiopie est ainsi confirmée dans une partie de la Sicile, et il est à regretter que, dans les terres malsaines des contrées intertropicales, aucun voyageur européen n'ait essayé de ces fumigations sulfureuses. Nous nous garderons néanmoins de les présenter comme un spécifique certain, car l'efficacité d'un remède prophylactique ne s'établit que par une longue expérience, et c'est avec raison que les hygiénistes mettent une grande lenteur à adopter des médications nouvelles. S'il est utile de les recommander à l'attention des savants, il ne l'est pas moins de citer aussi les faits qui semblent militer contre leur usage : à ce titre, nous croyons devoir remettre en lumière le passage suivant d'un écrit publié par M. Fouqué il y a quinze ans :

« Au fond de la rade de Milo, s'étend une plaine marécageuse, où il est impossible de passer la nuit sans être atteint des fièvres intermittentes. Dans la partie la plus rapprochée des montagnes, qui est extrêmement fertile, on voit les ruines d'une grande ville, Zephyria, qui a été autrefois très florissante. Il y a trois cents ans, on y comptait, dit-on, quarante mille habitants. On y voyait trente-huit églises grecques ou catholiques, un grand nombre de monastères et beaucoup de demeures particulières somptueuses. Depuis lors, peu à peu, les fièvres paludéennes ont décimé la population, et les maisons sont devenues désertes sans que les habitants aient songé à quitter cette localité malsaine, ou à entreprendre quelque travail d'art pour faire cesser le fléau. Il y a vingt ans, il s'y trouvait encore environ deux cents habitants qui tous, languissants et malades, y vivaient misérablement. Leur situation éveilla l'attention du gouvernement grec, qui fit tous les efforts possibles pour les arracher à une mort certaine; mais ce fut en vain qu'on leur offrit des secours de toute espèce : les propositions qu'on leur fit échouèrent contre le plus aveugle fatalisme. A toutes les instances, ils répondaient que leur sort était entre les mains de Dieu, et qu'ils se soumettaient avec résignation aux décrets de sa providence. Ces pauvres gens restèrent donc dans ce foyer pestilentiel. Le dernier d'entre eux est mort pendant la durée de mon séjour à Milo.

» Dans une de mes excursions, j'ai parcouru les rues silencieuses de la cité déserte. La plupart des maisons sont renversées, les toits sont effondrés. Les habitants d'Adamantos, ville bâtie dans le voisinage, à la fin de la guerre de l'indépendance, par des réfugiés de Candie, viennent chaque jour fouiller au milieu des décombres pour se procurer des matériaux de construction. La ville de Zephyria est pour eux une grande carrière de pierre taillée; ils

emportent ces débris, non seulement pour s'en servir eux-mêmes, mais encore pour les vendre. On les transporte dans tout l'Archipel et jusqu'à Constantinople même. La principale église est encore assez bien conservée, ainsi que quelques maisons voisines, qui ont été habitées par les derniers survivants; mais dans un avenir prochain tout cela ne formera plus qu'un amas de ruines. Il ne restera de la cité que des palmiers plantés il y a plusieurs siècles, qui balancent dans les airs leur panache verdoyant et végètent avec vigueur dans les jardins en friche. »

» Cette triste histoire suggère plusieurs réflexions. Par la nature des choses, une ville de 40000 âmes se forme lentement, et l'on a peine à se figurer que Zephyria ait pu continuer à croître si l'endémie actuelle y a régné de tout temps. L'endémie aura donc surgi plus tard et elle continue à sévir avec une rare virulence. On n'a peut-être pas un autre exemple d'une maladie persistante qui ait dépeuplé complètement une ville entière. D'un autre côté, c'est un fait tout aussi remarquable que le remède semble exister à côté du mal, car le sol de Milo est parsemé d'émanations sulfureuses, souvent très chaudes, et l'exploitation du soufre y constitue encore, comme au temps des anciens Grecs, une importante source de richesse. On se demande donc comment il se fait que les habitants de cette île n'aient pas appris à en faire usage pour conserver leur santé.

» Quoi qu'il en soit, M. Fouqué s'est empressé de répondre, par de nouveaux détails, à mes questions sur les circonstances locales :

« Il est à remarquer que l'emplacement des soufrières a varié dans l'antiquité, et, jusqu'à la fin du siècle dernier, le soufre était principalement exploité à Kalamo; depuis cette dernière époque, il ne l'est plus que sur la côte orientale de l'île. La décadence de Zephyria a donc correspondu à peu près à ce transfert. Or il est évident que les émanations des exploitations modernes n'arrivent plus à Zephyria, à cause de la masse montagneuse qui sépare cette localité des soufrières de la côte Est. Elles n'arrivent même plus à Adamantos (sur le rivage à l'ouest de Zephyria), ni sur Kastrou; mais, autour d'Adamantos, le sol est riche en émanations sulfurées et souvent très chaud. D'ailleurs cette bourgade est loin d'être exempte de fièvres intermittentes. Au nord-ouest est le Kastrou, qui est très sain; mais il est situé sur un endroit élevé. Tout le reste de l'île est désert, tandis qu'autrefois il existait dans la plaine, entre Zephyria et Kalamo, un grand nombre de métairies dont on ne trouve plus que les ruines. Les pressoirs en trachyte, que l'on y voit encore en place, montrent que dans cette plaine la vigne était cultivée, ce qui n'a plus lieu aujourd'hui.

» En somme, Zephyria et la plaine environnante sont devenues désertes depuis qu'elles ne sont plus soumises aux émanations des soufrières. La coïncidence est, dans tous les cas, digne d'attention. »

» L'habitude que s'était imposée M. Fouqué de tout noter en voyage nous fournit, sur le même sujet, d'autres renseignements qu'il est bon de mettre en lumière.

« La plaine marécageuse de Catane est traversée par le Simeto et infestée de fièvres. Sur le bord occidental de cette plaine, se trouve une soufrière, et au delà on voit encore un village qui a été abandonné au commencement de notre siècle à cause des fièvres intermittentes. Il y a lieu de noter que la soufrière est peuplée d'une colonie d'ouvriers, alors que le village est désert, bien qu'il occupe un niveau plus élevé. Les émanations sulfureuses paraissent donc exercer une influence favorable. »

» Nous devons encore à M. Fouqué une autre remarque sur l'immunité contre les fièvres paludéennes. Il est bon de la publier, afin de voir à l'occasion si elle est confirmée ailleurs. On avait résolu de construire un chemin de fer à travers cette plaine notoirement malsaine de Simeto. L'ingénieur chargé des travaux se préoccupa des maladies régnantes, qu'il craignait d'accroître encore par le fouillement des terres, ainsi qu'il est arrivé en d'autres lieux. Il attribua l'endémie à l'usage des eaux locales et s'astreignit, ainsi que tous ses ouvriers, à ne boire que d'une eau réputée saine et apportée de loin. Contre l'attente commune, ces travailleurs, étrangers aux pays, conservèrent leur santé, tandis que les habitants ont continué à souffrir des fièvres jusqu'à ce que des plantations d'Eucalyptus eussent assaini plus tard les abords de cette voie ferrée.

» Dans l'intérêt des voyageurs en Afrique, nous soumettons tous ces faits aux méditations des médecins et des savants qui se préoccupent de l'hygiène dans les pays chauds. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Considérations géologiques et historiques sur les grands déserts de l'Afrique et de l'Asie*; par M. P. de Tchihatchef.

« Je viens demander à l'Académie la permission de lui faire hommage du Discours que j'ai prononcé à la réunion publique de l'Association britannique pour l'avancement des Sciences, à Southampton, le 23 août. Dans ce Discours, consacré à des considérations générales sur les grands déserts de l'Afrique et de l'Asie, notamment du Sahara, du Gobi et des déserts du Turkestan, je me suis proposé de démontrer que, loin d'être des fonds de mer, récemment mis à sec, ce que les efflorescences salines et la présence, sur plusieurs points, de coquilles de Mollusques vivant encore dans nos mers, ont pu faire admettre, la majeure partie de ces immenses surfaces a été soulevée à des époques géologiques plus ou moins anciennes, et que les dépôts de sable, qui constituent le trait caractéristique de ces déserts, ne sont point d'origine marine, mais d'origine atmosphérique, étant le produit de roches désagrégées que les vents et les précipitations aqueuses ont

disséminées et diversement accumulées, tandis que ceux des dépôts sableux qui renferment des restes organiques représentent seuls les localités qui, bien longtemps après le soulèvement de la majeure partie du désert, sont restés à l'état de bassins lacustres ou de golfes de mer, émergés à une époque récente, probablement quaternaire; en sorte que de telles localités ne figurent que d'une manière subordonnée dans l'ensemble du désert. C'est ainsi que presque la totalité du Sahara a été soulevée, soit à l'époque crétacée, soit à l'époque tertiaire, et que les déserts du Turkestan et le Gobi l'ont été bien plus anciennement. Dans tous ces déserts, les sables ne constituent que des dépôts superficiels, à travers lesquels on voit souvent percer la charpente solide de la contrée.

» Bien que le soulèvement des divers bassins lacustres et marins, qui baignaient à l'époque quaternaire les massifs crétacés du Sahara, ait été la dernière phase géologique de cette contrée et lui ait imprimé à peu près sa physionomie actuelle, toutefois le Sahara, ainsi que les régions qui bordent des deux côtés la Méditerranée, ont eu à subir, depuis l'époque quaternaire, plusieurs modifications importantes dans leurs conditions topographiques et climatériques, ce qui a exercé une influence marquée sur la flore et la faune de ces régions, non seulement après la formation de la Méditerranée, mais même à l'époque historique. Comme la constatation de ce fait intéressant exige un certain développement, je l'ai à peine effleuré dans mon Discours, en me référant à mon dernier Ouvrage, intitulé : *Espagne, Algérie et Tunisie*, où ce sujet a été traité d'une manière spéciale.

» En parlant du Sahara, j'ai dû naturellement rappeler le rôle civilisateur que la France y joue depuis l'annexion de l'Algérie. N'ayant que l'embarras du choix pour signaler les services que la France a rendus à cette contrée, de même qu'à la Science, je me suis borné à mentionner le magnifique réseau de puits artésiens forés dans la province de Constantine, et s'avançant de plus en plus dans le fond du désert, en le restituant ainsi à l'homme, que des siècles de barbarie ont exilé de son enceinte, jadis animée par de nombreux centres de population, ainsi que le prouvent les restes de monuments antiques. J'ai donc particulièrement insisté sur la haute portée de ces travaux, en déclarant que, si la France n'avait pas fait autre chose en Algérie que de doter ce pays de puits artésiens, elle aurait déjà acquis une place dans l'histoire de la civilisation de l'humanité.

» Le désert de Gobi, le plus vaste du monde après celui du Sahara, est malheureusement encore trop peu connu pour fournir des données précises sur sa constitution géologique, bien que j'aie été dans le cas d'ex-

plorer les chaînes montagneuses de l'Altaï et des Sayanes qui forment une partie de sa limite septentrionale. Or j'ai pu constater que la majorité de ces chaînes remonte à l'époque paléozoïque, entre autres au terrain dévonien, et, comme les énormes remparts qui bordent le Gobi au sud, à l'ouest et à l'est, paraissent, d'après les renseignements que nous possédons à cet égard, se rattacher également à des époques géologiques très anciennes, on aurait droit d'assigner un âge semblable à l'immense enceinte que limitent ces montagnes, si l'on parvenait à constater que les roches qui les composent percent à travers les dépôts superficiels de sables, et constituent par conséquent la charpente solide de cette enceinte intérieure. C'est, en effet, ce qui semble être le cas ; car le colonel Prchevalsky, qui a récemment traversé le Gobi dans plusieurs directions, y a observé de nombreux points où des gneiss, des granites, des micaschistes et des schistes argileux surgissent comme des îlots, au milieu de cette mer de sables.

» Notre globe offre probablement peu de points qui promettent, aux Sciences physiques et naturelles, un plus vaste champ d'observations que le gigantesque plateau de Gobi, ayant une altitude moyenne de près de 1300^{m} et une extension d'environ 8000^{km} de l'est à l'ouest et de plus de 2000^{km} du nord au sud. Nulle part, peut-être, l'action combinée de la longitude orientale et du rayonnement exercé par de vastes surfaces, plus ou moins nues, ne se manifeste d'une manière aussi frappante que dans ce désert; car, quoique situé entre le 35e et le 45e degré de latitude nord et, par conséquent, presque sous la latitude de l'Italie, mais à environ 40° à l'est de cette dernière, le Gobi a des étés aussi chauds que ceux des tropiques, tandis que les hivers y rappellent les régions polaires, non seulement par l'intensité, mais encore par la persévérance des basses températures. Ainsi, lorsque le colonel Prchevalsky se trouvait, le 16 mai, dans la contrée de Gensu, seulement à une altitude d'environ 1000^{m}, le thermomètre marquait $-5°,6$ C., et la neige fraîchement tombée atteignait une épaisseur de $6^{m},16$; pourtant, Gensu est sous la latitude de 38°, et par conséquent sous celle de Palerme.

» Si, à de telles conditions climatériques, on ajoute l'absence complète de toutes les ressources indispensables à l'existence de l'homme, il est aisé de concevoir les énormes difficultés qui s'opposent à l'exploration de l'Asie centrale en général, et du Gobi en particulier ; c'est un motif de plus pour signaler à l'attention et à la gratitude du public éclairé ceux qui ne craignent point d'entreprendre une tâche semblable. Aussi ai-je cru devoir terminer mon Discours par quelques considérations sur les ré-

centes explorations du colonel Prchevalsky, effectuées dans l'Asie centrale avec une énergie et un désintéressement dont les Annales de voyages scientifiques n'offrent que bien peu d'exemples. Lorsqu'il s'agit de ces rares missionnaires de la Science, qui ne demandent d'autre rémunération que le témoignage de leur conscience et l'appréciation des juges compétents, rappeler leurs souffrances comme leurs triomphes, ce n'est point accorder une faveur, c'est accomplir un devoir. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Séparation du gallium* (1). Note de M. **Lecoq de Boisbaudran**.

« *Séparation d'avec l'uranium* (*sels jaunes de peroxyde*). — Les quatre méthodes suivantes permettent d'effectuer des analyses rigoureuses :

» **1.** On traite à l'ébullition la solution chlorhydrique, légèrement acide, par un excès d'hydrate cuivrique. Le dépôt contient tout le gallium, ainsi qu'une assez sensible portion d'uranium; on le reprend par l'acide chlorhydrique, on étend d'eau et l'on fait bouillir en présence d'un excès d'hydrate cuivrique. Avec 10 ou 15 parties d'uranium contre 1 de gallium, il faut quatre précipitations successives par l'hydrate cuivrique. L'uranium est alors entièrement contenu dans les liqueurs que l'on acidifie et que l'on fait traverser par un courant de gaz sulfhydrique : du sulfure de cuivre se dépose et le sel d'uranium s'obtient en évaporant la liqueur filtrée.

» **2.** Si, en même temps que l'uranium, il y a du fer à enlever, on réduit préalablement à chaud par le cuivre métallique, puis on fait bouillir avec un excès de protoxyde de cuivre. Quatre opérations successives suffisent pour débarrasser complètement 1 partie de gallium de 10 à 15 parties d'uranium.

» Il est à remarquer que la présence de quantités assez fortes de sels alcalins ne s'oppose pas à l'application des deux méthodes précédentes, qui peuvent dès lors servir pour l'analyse d'un mélange de galline et d'uranate alcalin.

» **3.** La solution chlorhydrique légèrement acide est additionnée d'un excès d'acétate acide d'ammoniaque, ainsi que d'une certaine quantité de chlorure de zinc exempt de gallium ; on fait ensuite passer un courant de gaz sulfhydrique. Le sulfure de zinc entraîne le gallium, tandis que l'uranium reste en solution. Seulement, le sulfure de zinc, étant fort difficile à laver

---

(1) *Comptes rendus*, août 1882, p. 410.

complètement, doit être repris par l'acide chlorhydrique et reprécipité en liqueur acétique. Le gallium se sépare du zinc ainsi qu'il a été dit précédemment (*Comptes rendus*, juin 1882, p. 1628). Quant à l'uranium, on le retire en évaporant les liqueurs, avec un excès de HCl pour chasser l'acide acétique, et détruisant ensuite les sels ammoniacaux par l'eau régale.

» Il est essentiel de mettre dans la liqueur assez de chlorure de zinc pour que le ZnS puisse entraîner tout le gallium. On ajoutera donc quelques gouttes de $ZnCl^2$ aux liqueurs sulfhydriques filtrées, et l'on s'assurera de l'absence du gallium dans ce dernier sulfure de zinc.

» Les sels alcalins n'entravent pas la séparation de l'uranium et du gallium au moyen du sulfure de zinc.

» Le présent procédé est applicable à la recherche de faibles traces de gallium au milieu de grandes masses de composés uraniques, surtout en présence de métaux tels que l'aluminium. Mais, dans les cas ordinaires, il vaut mieux se servir des réactions de l'hydrate cuivrique et du cuivre + protoxyde de cuivre.

» 4. Par un petit excès de potasse caustique, on précipite l'uranium sous forme d'uranate alcalin, retenant à peine une faible trace de galline et s'en dépouillant totalement s'il est repris par l'acide chlorhydrique et formé de nouveau en solution potassique. Les liqueurs alcalines réunies contiennent tout le gallium et des traces d'uranium. Ces liqueurs sont légèrement sursaturées d'acide chlorhydrique, additionnées d'un excès d'hydrate cuivrique et portées à l'ébullition; la galline se précipite complètement. Dans le liquide filtré, on sépare le cuivre, le potassium et l'uranium par les procédés connus.

» Quand la potasse employée renferme un peu de carbonate (cas assez fréquent), la proportion d'uranium non précipité s'accroît sensiblement; mais cela est sans inconvénient, puisque la séparation du gallium et de cet uranium dissous s'opère plus tard sous l'action de l'hydrate cuivrique.

» *Séparation d'avec le plomb.* — Elle s'opère de six façons :

» 1. La solution chlorhydrique légèrement acide est étendue d'un peu d'eau et soumise à l'ébullition en présence d'un excès d'hydrate cuivrique. La galline précipitée ne retient qu'une très faible trace de plomb qui s'élimine entièrement par un second traitement semblable. Il faut que les réactifs employés soient exempts d'acide sulfurique (ou de sulfates), car autrement du sulfate de plomb resterait sur le filtre avec la galline.

» Le cuivre et le plomb sont séparés par les moyens connus.

» Le présent procédé, fort exact, convient très bien aussi pour enlever

au sulfate de gallium la petite quantité de plomb qui reste dans une liqueur après précipitation sulfurique.

» 2. La séparation du plomb s'obtient rigoureusement encore si l'on fait bouillir la liqueur, chlorhydrique ou sulfurique, d'abord avec du cuivre métallique, puis avec un excès de protoxyde de cuivre. Ce procédé s'applique particulièrement au cas où l'on veut enlever du fer en même temps que le plomb. Le premier précipité cuivreux contient à peine une faible trace de plomb : il suffit donc de faire deux opérations. Quand on part du chlorure, la présence de l'acide sulfurique doit être soigneusement évitée.

» 3. La solution (sulfurique, chlorhydrique ou azotique), sensiblement quoique modérément acide, est saturée d'hydrogène sulfuré, filtrée et évaporée presque à sec, afin de chasser la majeure partie de l'acide libre (1); on étend alors d'eau et l'on fait de nouveau agir le gaz sulfhydrique. Après deux ou trois traitements semblables, le sel de gallium ne contient plus trace appréciable de plomb.

» Les sulfures de plomb retiennent généralement une trace de gallium qu'on leur enlève en les attaquant par l'acide chlorhydrique concentré, ajoutant de l'alcool, filtrant, évaporant pour chasser l'alcool et la majeure partie de l'acide, étendant d'eau, enfin saturant par l'hydrogène sulfuré.

» 4. Dans une liqueur qui renferme de un quart à un tiers de son volume d'acide chlorhydrique concentré, le prussiate jaune de potasse précipite du cyanoferrure de gallium, généralement exempt de plomb. Au besoin, on reprendrait le sel de gallium par une petite quantité de potasse et on le reformerait en ajoutant beaucoup d'acide chlorhydrique et un peu de prussiate jaune de K.

» 5. Il est souvent commode de commencer par précipiter la presque totalité du plomb au moyen de l'acide sulfurique; on ajoute à la liqueur environ deux fois son volume d'alcool à 90°. S'il a été convenablement lavé à l'alcool aiguisé d'acide sulfurique, le sulfate de plomb ne contient pas de quantités appréciables de gallium. Pour chercher des traces de galline dans le sulfate de plomb, on met celui-ci en suspension dans de l'eau acidulée par l'acide chlorhydrique et l'on fait passer un courant prolongé de gaz sulfhydrique; la liqueur filtrée est ensuite bouillie, afin de chasser H^2S et traitée à chaud par l'hydrate cuivrique, qui précipite les traces de

---

(1) Dans le cas de l'acide sulfurique, il est peut-être mieux de saturer partiellement par l'ammoniaque.

galline. Les solutions alcooliques provenant de la précipitation sulfurique du plomb sont privées d'alcool par l'ébullition; la galline en est ensuite séparée au moyen de l'hydrate cuivrique.

» 6. On additionne la solution (nitrique ou autre) d'environ deux fois son volume d'alcool à $\frac{90}{100}$ et d'un petit excès d'acide chlorhydrique. Le chlorure de plomb, lavé à l'alcool acidulé, ne retient pas de gallium. Les liqueurs alcooliques sont concentrées à petit volume, privées d'acide nitrique et traitées soit par l'hydrogène sulfuré (procédé n° 3), soit par l'hydrate cuivrique ou le cuivre + protoxyde de cuivre (procédés nos 1 et 2). »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission de deux Membres, pour la vérification des comptes de l'année 1881.

MM. Chevreul et Rolland réunissent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES LUS.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Etude sur le régime de la Loire maritime.* Note de M. BOUQUET DE LA GRYE.

(Renvoi à la Section de Géographie et Navigation, à laquelle s'adjoindra M. Daubrée.)

« La mission dont la direction m'a été confiée en 1881 avait pour but, non seulement de refaire à nouveau le levé hydrographique de la Loire maritime, en donnant des éléments précis à la navigation du fleuve, mais aussi de rechercher s'il était possible de déduire, de l'ensemble des documents antérieurs, un pronostic sur son avenir, et de trouver un remède à l'état actuel, considéré comme mauvais.

» Ce travail a pu être exécuté dans un délai de trois mois, grâce à l'active collaboration de MM. Bouillet, Miou, Laporte, Rollet de l'Isle et Houfelin, ingénieurs ou élèves. Il a donné lieu à la rédaction de huit cartes et à un Mémoire dont je crois devoir présenter quelques extraits.

» Ce Mémoire traite d'abord de la triangulation de la portion de la côte de France comprise entre la plaine Guérandes et le Pellerin, triangulation

refaite à nouveau l'an dernier, parce que les anciens points ou signaux du temps de M. Beaupré ont disparu. Douze triangles, dont les côtés varient entre 10000^m et 25000^m, ont été d'abord formés; leur fermeture s'est faite dans des conditions aussi bonnes que celles de la grande triangulation de 1821.

» Le Mémoire traite ensuite du développement de la marée dans le fleuve, du repérage des échelles et des précautions qui ont été prises pour avoir en chaque point la hauteur de la mer à $0^m,01$ ou $0^m,02$ près, malgré l'oscillation des lames.

» Un troisième Chapitre contient l'exposé des règles de la navigation du fleuve : il donne les routes à suivre, pour trouver partout le maximum de brassiage, et montre accessoirement que deux passes nouvelles, inconnues des pilotes, se sont formées près de la barre extérieure; elles offrent, toutes les deux, des conditions meilleures que l'ancien alignement donné pour faire arriver les navires à Saint-Nazaire.

» Dans le quatrième Chapitre, je compare, en employant la méthode des cubages, l'état actuel du fleuve aux états antérieurs; je le divise, pour cela, en plusieurs sections, d'après leurs propriétés nautiques.

» Les conclusions de cet examen nous paraissent importantes.

» Entre Nantes et Saint-Nazaire, il se dépose, chaque année, 590000^{mc} de sable et de vase, provenant de la dénudation des pentes des montagnes de l'Auvergne et du Forez. Le volume des chenaux, qui est également la caractéristique des propriétés nautiques d'un estuaire, a diminué, chaque année, depuis soixante ans, de 56000^{mc}.

» La Loire maritime a perdu depuis 1821 un débit moyen, par seconde, de 1774^{mc} par le travers de Saint-Nazaire.

» La barre extérieure du fleuve s'est élevée de $0^m,70$ depuis 1864; elle constitue actuellement une gêne pour l'entrée des navires; il est probable que, dans quelques années, sa hauteur augmentera encore; dans ce cas, il y aura danger, pour les grands navires, à venir à Saint-Nazaire.

» Cette surélévation a lieu malgré les érosions produites, au large de Saint-Nazaire, par la force vive des lames. Dans la section en aval, en effet, nous constatons, en 1881 comme en 1864, une espèce d'équilibre entre les matériaux apportés d'amont et les matériaux qui sont envoyés au large, après avoir été réduits en poussière impalpable.

» Le dernier Chapitre du Mémoire traite des moyens à employer pour faire revenir le fleuve à sa constitution antérieure. Je préconise une amélioration de son hygiène, obtenue lentement, mais sûrement, au moyen de

reboisements, gazonnement des pentes, en donnant au lit de l'Allier un tracé scientifique. D'un autre côté, j'indique un procédé économique pour faire écouler rapidement à la mer les 40 millions de mètres cubes qui se sont déposés depuis soixante ans.

» Enfin j'appelle l'attention de l'Administration sur l'utilité qu'il y aurait à réunir dans un seul service tout ce qui a trait à l'amélioration du fleuve, puisque le mal, partant des sources, se fait sentir principalement à l'embouchure, et qu'actuellement les ingénieurs chargés des travaux maritimes ont bien peu d'action sur leurs collègues résidant dans le centre de la France. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les permutations de n objets et sur leur classement*. Mémoire de M. **J. Bourget**, présenté par M. C. Jordan. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Hermite, Bonnet, Jordan.)

« On peut classer de diverses manières les permutations en nombre P_n de n objets numérotés

$$1, 2, 3, \ldots, n.$$

J'ai fait connaître, en 1871, dans les *Nouvelles Annales de Mathématiques,* un premier mode de classification; c'est celui qui résulte du procédé classique employé pour les former et en compter le nombre. J'en ai indiqué un autre plus commode dans le *Journal de Mathématiques élémentaires* (1881). Ces deux modes de classification permettent tous deux de résoudre facilement les deux problèmes suivants :

» 1° Trouver directement et isolément une permutation de rang donné;

» 2° Trouver le rang occupé par une permutation donnée.

» Mais aucune des deux ne permet de trouver la *formule* du rang occupé par un élément déterminé, dans la permutation de rang donné.

» Je propose, dans cette Note, un nouveau mode de classification des permutations, différent des deux précédents et conduisant à la solution de ce problème difficile. Ce nouveau mode de classification consiste essentiellement dans le partage des permutations en groupes de permutations circulaires.

» Écrivons sur un cercle, dans le sens du mouvement des aiguilles d'une

montre, n éléments, dans un ordre quelconque. En partant de l'un quelconque d'entre eux, lisons la série des éléments dans le même sens, puis rétrogradons d'un rang, en changeant d'origine; nous formerons, les unes à la suite des autres, n permutations différentes, que nous nommerons circulaires. Elles présentent ce caractère que, pour passer de l'une à la suivante, il faut mettre au premier rang le dernier objet.

» On peut prendre pour première permutation du groupe celle qui commence par 1. Voici la classification que j'adopte :

» 1° Considérons les deux derniers objets, $n-1$, n, de la suite

$$1,\ 2,\ 3,\ \ldots,\ n-2,\ n-1,\ n.$$

Plaçons-les sur un cercle, que nous appellerons cercle $(n-1)$; ce cercle nous donnera les deux permutations de ces deux objets.

» 2° Nous formons les cercles $(n-2)$, en plaçant successivement, sur des cercles, à la suite de l'objet $(n-2)$, les permutations données par le cercle précédent.

» 3° Nous formons les cercles $(n-3)$, en plaçant successivement, sur des cercles, à la suite de l'objet $(n-3)$, toutes les permutations données par les cercles précédents, etc.

» 4° Nous formerons enfin les cercles (1), en écrivant sur des cercles, à la suite de 1, toutes les permutations données par les cercles (2).

» Nous aurons alors toutes les permutations de n objets, classées par groupes de permutations circulaires, en prenant successivement chaque cercle (1) et en écrivant les unes à la suite des autres les n permutations qu'on en peut tirer.

» Pour trouver, dans ce système de classification, une permutation de rang donné ρ, on pose la série des égalités suivantes, qu'on obtient par des divisions successives :

$$\begin{aligned}\rho &= nQ_n + R_n,\\ Q_n + 1 &= (n-1)Q_{n-1} + R_{n-1},\\ Q_{n-1} + 1 &= (n-2)Q_{n-2} + R_{n-2},\\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,\\ Q_3 + 1 &= 2.Q_2 + R_2,\\ Q_2 + 1 &= 1.Q_1 + R_1.\end{aligned}$$

» Les quotients Q sont quelconques, mais les restes ne sont jamais nuls,

de telle sorte que

R_n	a l'une des valeurs		$1, 2, 3, \ldots, n-1, n$;
R_{n-1}	»	»	$1, 2, 3, \ldots, n-1$;
....			................;
R_3	»	»	$1, 2, 3$;
R_2	»	»	$1, 2$;
R_1	»	»	1.

On voit facilement que, dans ces égalités, Q_2 et Q_1 sont nécessairement nuls.

» Ce tableau étant formé, on peut facilement en déduire la $\rho^{\text{ième}}$ permutation demandée :

» 1° Dans le cercle $(n-1)$, qui est

$$(n-1)n,$$

on prend la $R_2^{\text{ième}}$ permutation circulaire.

» 2° On en déduit le cercle $(n-2)$ à prendre, en plaçant le résultat à la suite de $(n-2)$. Le cercle $(n-2)$ étant formé, on prend la $R_3^{\text{ième}}$ permutation qu'il fournit.

» 3° En plaçant ce résultat à la suite de $(n-3)$, on forme le cercle $(n-3)$, dans lequel on prend la $R_4^{\text{ième}}$ permutation ; et ainsi de suite.

» 4° On arrive enfin à former le cercle (1), dans lequel on prend la $R_n^{\text{ième}}$ permutation, et l'on a la $\rho^{\text{ième}}$ permutation demandée.

» Ce travail s'abrège au moyen du théorème suivant :

» THÉORÈME. — *Dans la $\rho^{\text{ième}}$ permutation :*

1	*occupera*	*le rang*	R_n;
2	»	»	$R_{n-1} + R_n$;
3	»	»	$R_{n-2} + R_{n-1} + R_n$;
..			..............................;
n	»	»	$R_1 + R_2 + \ldots + R_{n-2} + R_{n-1} + R_n$,

en ayant le soin d'exécuter ces sommes dans l'ordre des indices croissants, et de retrancher l'indice du reste auquel on est parvenu, chaque fois que la somme obtenue est SUPÉRIEURE *à cet indice.*

» Si, par exemple, on veut la 555ᵉ permutation des six éléments

(1, 2, 3, 4, 5, 6), on pose

$$\begin{aligned} 555 &= 6.92 + 3, \\ 93 &= 5.18 + 3, \\ 19 &= 4.\ \ 4 + 3, \\ 5 &= 3.\ \ 1 + 2, \\ 2 &= 2.\ \ 0 + 2, \\ 1 &= 1.\ \ 0 + 1. \end{aligned}$$

» On forme le tableau :

R_1	R_2	R_3	R_4	R_5	R_6,
1	2	2	3	3	3,

et l'on en déduit que, dans la 555e permutation demandée,

6	occupera le rang	$1+2+2+3+3+3=2$,
5	»	$2+2+3+3+3=5$,
4	»	$2+3+3+3=1$,
3	»	$3+3+3=4$,
2	»	$3+3=6$,
1	»	$3=3$.

Donc la permutation cherchée est

4 6 1 3 5 2.

» *Remarque*. — Les diverses sommes ont été faites avec les précautions ndiquées dans le théorème.

» Les formules que je donne, dans le Mémoire présenté à l'Académie, permettent de résoudre le problème inverse et d'autres questions intéressantes sur les permutations de *n* objets. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Absorption par l'épiderme des organes aériens.* Note de M. MAX. CORNU.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« On a cherché à étudier de diverses manières le mode de transport des substances absorbées par les végétaux, notamment en tentant de retrouver ces substances après leur pénétration dans la plante, à l'aide : 1° des ma-

tières colorantes, qui ont donné lieu aux interprétations les plus différentes; 2° des substances chimiques produisant des composés colorés ou donnant des actions spectroscopiques.

» Il y a lieu de rechercher également ces substances par une nouvelle méthode, fondée sur le sens du goût. Dans une serre de la propriété de M. Ed. Brongniart, à Bézu (Eure), le jardinier, à la fin du mois de mai dernier, enduisit des gradins d'huile lourde, provenant de la distillation du coaltar. Une odeur d'une extrême intensité se dégagea, qui persiste encore aujourd'hui. Cette serre contient des vignes, dont le tronc et les racines sont situés au dehors. La floraison était passée : un certain nombre de grains avortèrent, mais, dans certaines grappes, la moitié au moins des grains purent mûrir complètement. Aujourd'hui, les raisins ne sont pas mangeables : ils ont tous un goût très intense de coaltar; les plus élevés ont le goût le plus fort. La végétation n'a pour ainsi dire pas souffert, il n'y a que quelques feuilles séchées partiellement. L'oïdium s'est montré, mais très faiblement.

» On sait depuis longtemps que les palissades, les échalas, le tronc luimême, communiquent un mauvais goût au raisin, lorsqu'ils sont goudronnés, mais cette saveur tient en général à la pellicule du grain. Dans les raisins dont je parle, soumis depuis trois mois à l'influence d'une atmosphère viciée, la peau n'a qu'un goût très faible; mais le *mauvais goût est dû à la chair du raisin*, qui le présente avec une très grande intensité.

» En enlevant la peau, à l'aide d'un instrument essuyé chaque fois qu'il l'a touchée, la saveur de la pulpe demeure très forte. Ce n'est pas à la périphérie que le goût est localisé, c'est principalement au centre, à l'entour des pépins, aux points où le réseau vasculaire est le plus abondant; c'est dans la région des vaisseaux que la substance empyreumatique s'est fixée.

» La manière dont elle a pénétré dans la plante est fort intéressante : tout d'abord on peut remarquer que, dans la serre, jamais la plante ne reçoit d'eau sur ses organes aériens; les substances qui se sont échappées du goudron par évaporation sont des carbures d'hydrogène, de la naphtaline, de la benzine ou des corps analogues; elles imprègnent la surface de tous les corps plongés dans leur vapeur; elles se sont déposées sur la peau du grain, en nature et nullement à l'état de solution aqueuse étendue. Il a fallu que de là elles pénétrassent à l'intérieur de ce grain. Les feuilles ont reçu un dépôt analogue; si c'est à elles qu'on est tenté d'attribuer l'absorption, on est obligé de faire intervenir des notions de même ordre; mais il en résulterait que le goût serait uniformément réparti dans toutes les grappes. Il

n'en est rien : les grappes supérieures, plus exposées aux vapeurs, qui montent avec l'air chaud, ont un goût beaucoup plus prononcé. L'absorption est bien locale.

» Dans un Mémoire sur l'absorption des matières colorantes ([1]) par les végétaux, nous avons montré, M. Mer et moi, que les substances qui se fixent sur les éléments à parois denses (d'après une propriété physique plus ou moins analogue à la capillarité) sont les seules qui paraissent être absorbées. Elles suivent une double voie; elles colorent, d'une part, le plasma dense et vivant; d'autre part, elles s'accumulent dans l'épaisse paroi du faux épiderme de la radicelle, et de là sont attirées, à travers le tissu cellulaire, par les parois des éléments vasculaires qui constituent une réserve intérieure.

» Nous retrouvons ici un phénomène de même nature, dans des conditions bien différentes. Les substances empyreumatiques se sont déposées à l'extérieur, sur le grain, et la preuve de ce fait se trouve dans ce que plusieurs d'entre eux ont été frappés de mort à diverses époques de leur accroissement. Cependant la peau du grain mûr, détachée avec soin, n'a qu'un goût très faible ; c'est dans la partie centrale de la pulpe, la plus riche en éléments vasculaires, et dans le coussinet du pédoncule, que les substances empyreumatiques se sont concentrées; dans le rachis de la grappe, il est très peu sensible.

» La pénétration a donc dû se produire de la manière suivante : le dépôt s'est effectué sur l'épiderme dense et formé d'un certain nombre de cellules à cavité très étroite, à parois très épaisses; il s'est fixé sur la paroi de la même manière que la substance colorante sur la paroi de la radicelle, et de là a été entraîné vers les parties vasculaires, tandis que l'épiderme en était successivement dépouillé.

» Le raisonnement que nous avons fait pour les matières colorantes était indépendant de l'eau qui servait de véhicule à ces matières dans nos expériences. Dans l'expérience présente, l'eau n'intervient point, et l'explication précédente y trouve sa confirmation.

» Les physiciens nous apprennent que les gaz mouillent les parois des corps les moins poreux et forment à leur surface une sorte de gaine, que le vide ne fait disparaître qu'à la longue; ce phénomène, très distinct de la dissolution, peut, d'après les exemples précédents, s'en rapprocher beaucoup à l'égard de certains corps. Peut-être faudrait-il tirer de ces faits une

(1) Congrès international de Botanique et d'Horticulture tenu à Paris en 1878.

conception qui aiderait à comprendre la manière, fort obscure jusqu'ici, dont les gaz pénètrent dans les végétaux, malgré leur faible solubilité dans l'eau.

» Des considérations de même nature s'appliquent aux différents cas présentés par les phénomènes osmotiques.

» Quoi qu'il en soit, il n'en reste pas moins acquis qu'un corps, émis sous forme de vapeur, peut traverser l'épiderme, même fort épais, des parties aériennes d'un végétal et en être absorbé, sans dissolution préalable dans l'eau.

» Les déductions de ce fait sont assez évidentes, relativement à certains traitements phylloxériques, pour qu'il soit inutile d'y insister. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** présente à l'Académie la I[re] Partie du Tome III du « Recueil de Mémoires, Rapports et Documents relatifs à l'observation du passage de Vénus sur le Soleil (Mission de l'île Campbell) ».

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le « Compte rendu de la dixième session de l'Association française pour l'avancement des Sciences, tenue à Alger en 1881. » (Présenté par M. Fremy.)

2° Un Volume de M. *A. Legoyt*, intitulé : « Le suicide ancien et moderne ; étude historique, philosophique, morale et statistique ».

3° Un Mémoire de M. *P.-J. van Beneden*, portant pour titre : « Une baleine fossile de Croatie, appartenant au genre *Mésocète* ».

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Les carrés des forces d'induction, produites par le Soleil dans les planètes et dues à la vitesse de révolution de ces corps, sont, toutes choses égales d'ailleurs, en raison inverse des septièmes puissances des distances à l'astre. — Induction des comètes, des bolides et des étoiles filantes.* Note de M. **Quet**.

« Dans diverses Communications académiques, j'ai fait voir comment la théorie de l'action inductrice du Soleil sur la Terre rend compte de la pé-

riode diurne des boussoles, de leur inégalité horaire qui s'accomplit en douze mois, de leur variation annuelle et de leur période d'environ vingt-six jours, constatée par MM. Broun, Hornster et Ellis. D'autres théories ont été proposées, mais elles ne fournissent pas une concordance aussi complète, et, par exemple, les meilleures n'expliquent pas et ne font pas pressentir l'existence de la période de vingt-six jours dont la durée est égale à celle de la rotation apparente du Soleil autour de son axe. Cette période, qui est caractéristique, nous semble assez nettement indiquer que le Soleil a un axe magnétique tournant avec lui et qu'il exerce une action efficace, par son magnétisme et mieux par voie d'induction, sur notre globe... D'après ces résultats, il nous sera sans doute permis de donner une nouvelle extension à la théorie et d'examiner si l'induction électrique ne jouerait pas le rôle d'une force générale dans le monde planétaire, rôle très modeste assurément, mais qui n'est peut-être pas sans intérêt.

» Le Soleil, induisant la Terre par le seul fait qu'il tourne sur lui-même avec ses masses ferrugineuses et ses courants électriques, doit aussi induire par la même cause les planètes, les comètes et les matières cosmiques; s'il existe des planètes fortement aimantées, celles-ci doivent aussi induire, par leur rotation, les conducteurs peu éloignés.

» D'un autre côté, le Soleil, qui induit la Terre en vertu de la grande vitesse de celle-ci sur son orbite, doit agir aussi de la même manière sur les autres planètes, sur les comètes et les matières cosmiques qui circulent autour de lui. L'aimant terrestre doit également induire les conducteurs qui se meuvent dans son voisinage, les bolides et les étoiles filantes qui traversent ses lignes magnétiques dans les hautes régions de l'atmosphère, et aussi l'air très raréfié de ces régions, lorsqu'il participe au mouvement des alizés ou à d'autres mouvements relatifs.

» Un troisième mode d'induction s'établit dans chaque planète par ce fait, que ces corps tournent sur eux-mêmes en présence du Soleil.

» Enfin, les variations rapides d'intensité dans les courants électriques du Soleil et celles de leur orientation relative donnent lieu à un autre genre d'induction.

» En traitant ces différentes questions, il y aura lieu d'apprécier l'intensité même des forces d'induction, afin de voir si elle suffit pour la production d'effets sensibles.

» Je m'occuperai, en premier lieu, de l'induction due à la vitesse de circulation des corps célestes, et de celle des matières cosmiques qui traversent les couches supérieures de l'air.

» Pour se former une idée nette de ce genre d'induction, il convient de considérer les corps célestes dans des conditions simples; les formules que je donnerai ensuite permettront de considérer le problème dans toute sa généralité. Je supposerai que les planètes sont au même instant sur une même droite menée du centre du Soleil, que leurs vitesses sont parallèles, et que l'on néglige l'excentricité des orbites. Quant aux comètes, je les considérerai au périhélie, je supposerai le grand axe de l'ellipse infini et je comparerai ces corps à un conducteur qui serait placé sur leur rayon vecteur à une distance du Soleil égale à celle de la Terre et se mouvant circulairement avec la vitesse moyenne de notre globe parallèlement à la vitesse de la comète. Avec ces restrictions, je trouve les deux lois suivantes :

» Pour les planètes, les carrés des forces d'induction sont en raison inverse des septièmes puissances des distances au Soleil.

» Pour les comètes, le rapport des carrés des forces d'induction est égal au double du rapport inverse des septièmes puissances des distances.

» Avec ces lois, j'ai dressé le tableau suivant des intensités des forces d'induction, en prenant pour unité la force qui se rapporte à la Terre ou au conducteur qui en tient lieu :

Terre.	Comète de 1843.	Comète de 1680.	Mercure.	Comète de 1881.	Vénus.
1	114153235	60549611	27,7	5,03	3,11

Mars.	Jupiter.	Saturne.	Uranus.	Neptune.
0,219	0,00311	0,000373	0,0000323	0,000007

» Je me bornerai ici à signaler l'énorme induction qu'ont subie les deux premières comètes par rapport à celle du conducteur de comparaison; j'indiquerai plus tard quels effets ont dû produire de tels mouvements d'électricité.

» L'induction terrestre doit se faire sentir avec énergie sur les bolides et les étoiles filantes, qui ont des vitesses relatives comparables à celles de la Terre sur son orbite. Une expérience que j'ai communiquée à l'Académie le 23 août 1880 montre qu'un conducteur se mouvant à la surface de la Terre et animé même de la faible vitesse relative de $0^{m},1$ par seconde est parcouru par un courant électrique capable de dévier de plus de 80° l'aiguille du galvanomètre employé. Or la vitesse relative du bolide peut être trois cent mille et même quinze cent mille fois plus grande que celle de ce conducteur; la force d'induction peut donc y être très considérable. Lorsque le bolide a pénétré dans les régions supérieures de l'air, qui y est très froid et très raréfié, il détermine, non un état d'équilibre des fluides élec-

triques, mais leur décomposition continuelle, car les fluides, après avoir été séparés, s'écoulent dans le milieu ambiant. Il est naturel de regarder ces décharges comme contribuant, pour une part, à l'échauffement des bolides et à la production des phénomènes qu'ils présentent.

» En adoptant les notations de ma Communication du 2 décembre 1878, j'ai, pour les composantes X, Y, Z de la force F produite par l'induction du Soleil sur un corps céleste dont la vitesse est ω, des valeurs qui se déduisent par une simple permutation de lettres du type suivant :

$$X = \frac{K\omega}{2R^3}(f'C - g'B), \quad B = 3fh - \beta', \quad C = 3gh - \gamma'.$$

» $e, f, g, e', f', g', \alpha', \beta', \gamma', h$ sont les cosinus des angles que le rayon vecteur R du corps induit, la direction de sa vitesse ω, celle de l'axe magnétique du Soleil font avec les trois axes rectangulaires des coordonnées et de l'angle que cet axe magnétique fait avec la direction du rayon vecteur R. M est le moment magnétique maximum du Soleil et K une constante qui dépend des unités choisies pour mesurer les grandeurs. Les composantes X_1, Y_1, Z_1 de la force d'induction F_1 sur un autre corps se déduisent des formules précédentes par un changement de lettres. Si les deux corps comparés sont sur la direction d'une droite menée par le centre du Soleil et qu'elles aient des vitesses parallèles, toutes les quantités des seconds membres restent les mêmes, sauf ω et R, qui deviendront ω_1 et R_1; on a donc

$$\frac{X}{X_1} = \frac{Y}{Y_1} = \frac{Z}{Z_1} = \frac{F}{F_1} = \frac{\omega R_1^3}{\omega_1 R^3}, \quad \frac{F^2}{F_1^2} = \frac{\omega^2 R_1^6}{\omega_1^2 R^6}.$$

» μ étant le coefficient de la gravitation universelle, on a pour deux planètes $\mu = \omega^2 R = \omega_1 R_1$ et pour une comète comparée à une planète

$$2\mu = \omega^2 R = 2\omega_1^2 R_1,$$

dans les conditions de simplicité que j'ai indiquées. De là, on déduit immédiatement les deux lois énoncées ».

OPTIQUE. — *Sur un réfractomètre destiné à la mesure des indices et de la dispersion des corps solides.* Note de M. **Ch. Soret**.

« Le réfractomètre à réflexion totale de M. Kohlrausch présente d'inappréciables avantages pour la détermination des indices des cristaux artificiels, si rarement limpides, difficiles à polir et altérables à l'air; son seul inconvénient est d'exiger l'emploi d'une lumière monochromatique,

et, par suite, de se trouver impropre aux recherches sur la dispersion. Je me suis proposé de modifier le procédé de M. Kohlrausch de manière à faire disparaître cette restriction.

» Il suffit, pour obtenir le résultat cherché, de faire tomber sur le cristal plongé dans un liquide plus réfringent que lui, et d'indices connus, un faisceau de rayons solaires parallèles; puis, après sa réflexion, de le recevoir sur la fente d'un spectroscope. Si l'angle d'incidence est suffisamment grand, tous les rayons du spectre visible sont réfléchis totalement, et le spectre est très brillant.

» Si l'on diminue progressivement l'incidence, les différents rayons atteignent successivement leur angle limite, et, n'éprouvant plus que la réflexion ordinaire, parviennent au spectroscope avec une intensité notablement amoindrie. On voit donc, dans le spectre, comme un rideau sombre s'avançant successivement du rouge au violet, si, comme c'est habituellement le cas, la dispersion du liquide est plus grande que celle du solide immergé. La différence des teintes et la netteté de la ligne de séparation des deux parties du spectre sont d'autant plus grandes que la face sur laquelle la réflexion s'opère est plus plane et mieux polie. Lorsque cette ligne coïncide avec la raie D, par exemple, c'est que l'on est à l'incidence limite pour la raie D. Il suffit donc de mesurer cette incidence φ, pour en déduire immédiatement l'indice n_D de la substance, par la relation

$$n_D = \mu_D \sin \varphi,$$

μ_D étant l'indice du liquide.

» Cette méthode est théoriquement des plus simples; cependant, je ne suis parvenu, jusqu'à présent, à avoir suffisamment de lumière dans le spectroscope qu'en employant un dispositif relativement assez compliqué.

» Un collimateur envoie un faisceau de rayons solaires parallèles et horizontaux dans un vase cylindrique vertical en verre, contenant le liquide et présentant pour l'entrée des rayons une ouverture latérale, fermée par une glace plane.

» Un cercle divisé horizontal, que l'on peut facilement enlever, sert de couvercle à ce vase, et est traversé en son centre par l'axe qui porte le vernier. Cet axe pénètre dans le vase; c'est à son extrémité inférieure que l'on fixe, dans une bonnette articulée, la substance à étudier; la face réfléchissante doit être parallèle à cet axe. Les rayons tombent sur cette face, se réfléchissent en restant parallèles entre eux, et vont sortir du vase par sa partie postérieure cylindrique, qui les concentre sur la fente du spec-

troscope. Celui-ci est porté par un bras, qui peut tourner dans un plan horizontal tout autour du pied de l'appareil. Enfin, un mécanisme assez simple permet, quelle que soit la position des différentes pièces, de lier à volonté et immédiatement le spectroscope à l'axe qui porte le cristal, et cela de telle façon que, lorsqu'on fait tourner le premier, on donne en même temps au second un déplacement angulaire moitié plus petit. On peut ainsi faire varier l'incidence jusqu'à ce que le rideau foncé, dans le spectre, vienne toucher la raie dont on veut déterminer la réfrangibilité. On fait ce pointé d'abord d'un côté de l'appareil, puis de l'autre; l'angle dont a tourné le cristal entre ces deux positions, compté du côté des rayons incidents, est le double de l'angle limite cherché.

» Les indices du liquide étant toujours un peu variables et incertains, j'évite de m'en servir, en faisant toujours les déterminations en double, une fois sur la substance à étudier et une fois sur un prisme de verre dont la dispersion est connue.

» Ce prisme est fixé sur le même axe et au-dessus du cristal; cet axe, au lieu d'être directement attaché au vernier, peut monter et descendre en glissant longitudinalement, de façon à amener à volonté l'une ou l'autre des deux surfaces dans le faisceau des rayons incidents. Si n et φ sont l'indice et l'angle limite pour le cristal, N et Φ les quantités analogues pour le prisme de comparaison, on a

$$n = N \frac{\sin\varphi}{\sin\Phi}.$$

» Pour vérifier l'exactitude de ce procédé, j'ai introduit dans mon appareil un prisme en flint, dont j'avais préalablement déterminé les indices à la manière ordinaire. Le prisme de comparaison était en flint passablement moins réfringent; j'ai obtenu, par une seule série de mesures, les chiffres suivants :

	Indices	
Raies.	au réfractomètre.	au goniomètre.
D...........	1,62339	1,623585
b...........	1,63132	1,631255
F...........	1,63595	1,635810
G...........	1,64672	1,646920

» Avec une face naturelle assez médiocre d'un cristal d'alun de potasse, j'ai obtenu, par une seule détermination également,

$$n_D = 1,45538,$$

tandis que MM. Fock, Kohlrausch et Grailich donnent respectivement

1,4557, 1,4561 et 1,4549.

» On voit, d'après ces chiffres, que l'appareil que je viens de décrire est susceptible de fournir des résultats très satisfaisants.

» Il est clair enfin que, par l'introduction d'un polariseur sur le trajet des rayons incidents, il peut, comme le réfractomètre de M. Kohlrausch, se prêter à l'étude des corps biréfringents. »

SPECTROSCOPIE. — *De l'influence de la température sur les spectres des métalloïdes.* Note de M. D. VAN MONCKHOVEN, transmise par M. Janssen.

« Kirchhoff et Bunsen ont démontré que la température de la flamme dans laquelle une substance est réduite en vapeur n'a aucune influence sur la position des raies brillantes de son spectre. Qu'on volatilise, par exemple, du sodium ou du lithium dans une flamme à alcool, ou dans celle du chalumeau oxyhydrique, les raies restent les mêmes, mais leur éclat augmente avec la température. Le plus souvent, des raies fines nouvelles apparaissent avec les températures élevées; mais jamais celles qui sont déjà émises à des températures plus basses ne disparaissent.

» S'il en est toujours ainsi pour les valeurs métalliques, il n'en est point de même des raies émises par les métalloïdes (1). Plücker a, en effet, démontré que l'oxygène, l'azote, le soufre, le sélénium, etc., donnent deux spectres différents et n'ayant aucune raie commune, suivant que les tubes spectraux contenant ces substances sont chauffés par l'étincelle ordinaire de la machine électrique, ou par celle de la bouteille de Leyde. Il admet donc, et avec lui presque tous les physiciens, que certains corps simples émettent, à haute température (bouteille de Leyde), un spectre différent du spectre émis par le même corps à basse température (étincelle ordinaire).

» Or, des expériences nombreuses et variées nous ont prouvé que l'on pouvait produire les spectres dits *de haute température* à des températures très basses, et *vice versa*.

» Ainsi, à de très faibles pressions ($0^{m},001$), avec des tubes à oxygène ou

(1) L'hydrogène fait exception. Mais on sait que ce gaz est un vrai métal, non seulement quant à ses propriétés chimiques, mais encore quant à ses propriétés physiques. Ainsi, l'hydrogène est, au point de vue de la conductibilité pour la chaleur et l'électricité par rapport aux autres gaz, ce que le mercure est aux autres liquides.

à azote et de très petites bouteilles de Leyde, on obtient le spectre que Plücker attribue aux températures élevées, et cependant le tube s'échauffe à peine après plusieurs minutes d'expérience, et l'éclat de la lumière émise par le gaz incandescent est très faible. Le même tube, parcouru par le courant d'une très puissante bobine d'induction (sans interposition de bouteille de Leyde), émet, au contraire, une lumière extrêmement vive, s'échauffe rapidement, et donne cependant le spectre que Plücker attribue aux hautes températures.

» Mais voici une expérience plus décisive encore :

» Prenons le tube en forme de H à quatre électrodes, décrit dans les *Comptes rendus* du 21 août dernier, et rempli d'azote [1], d'oxygène ou d'un des gaz (ou vapeurs) donnant deux spectres; dans ce tube, faisons passer en même temps les courants de deux bobines d'induction, dont l'une avec interposition de bouteille de Leyde. *Nous observerons les deux spectres superposés : le spectre attribué aux températures élevées (bouteille de Leyde), le spectre des basses températures (étincelle ordinaire).*

» Dans l'hypothèse de Plücker, le gaz aurait donc, *au même instant physique*, deux températures différentes, ce qui est inadmissible.

» On objectera que, peut-être, les interrupteurs des deux bobines ne marchant pas rigoureusement à l'unisson, la perception des deux spectres est due à la persistance des images sur la rétine. Mais il n'en est pas ainsi, car certains tubes, à oxygène surtout, émettent encore de la lumière plusieurs dixièmes de seconde après que l'on a interrompu le courant.

» Nous attribuons le changement des spectres émis par ces métalloïdes à un état vibratoire particulier de leurs molécules, directement dépendant de la nature de l'électricité employée. Ainsi, un tube à gaz hydrogène très raréfié, soumis à l'action d'étincelles ordinaires, présente un tout autre aspect que le même tube soumis à l'action de l'étincelle condensée.

» Les gaz très raréfiés, parcourus par le courant continu de la pile, ou par un courant discontinu d'étincelles (bobine d'induction), présentent un état dynamique bien connu sous le nom de *stratification*. Or cette stratification diffère entièrement, suivant que l'on emploie l'étincelle ordinaire, l'étincelle condensée, ou le courant continu d'une pile à très haute tension.

» Nous verrons, dans les Communications ultérieures, qu'à chaque allure différente d'un gaz incandescent (changement dans la stratification,

---

[1] L'azote, dans l'arc électrique, émet un spectre qui diffère de celui qu'émettent les tubes de Geissler ou l'étincelle dans l'air.

dans la couleur de la lumière émise, etc.) correspondent toujours une modification, et souvent un changement total dans les raies spectrales, effet bien certainement indépendant de la température. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur l'action de présence des feuilles de zinc dans les chaudières, et sur un procédé pour en éviter les explosions.* Note de M. **Trève**, présentée par M. Dumas.

« Depuis 1875, on expérimente, dans la Marine, sur les chaudières des appareils particulièrement pourvus de condenseurs à surface, l'emploi de feuilles de zinc qui, par leur présence, neutralisent l'effet des acides gras, en donnant naissance à des produits inoffensifs. Voici l'analyse de cette action du zinc qui, à bord du *Desaix* que je commandais, s'est manifestée d'une façon très appréciable.

» Une pile est constituée par la chaudière en tôle de fer et par le zinc. Il s'ensuit une décomposition continue de l'eau en ses deux éléments oxygène et hydrogène.

» L'oxygène s'empare du zinc pour former de l'oxyde de zinc, lequel entre en combinaison avec les acides gras mêlés à l'eau d'alimentation : d'où des *savons* de zinc qui, enveloppant les tubes des chaudières, s'opposent à l'adhérence des sels abandonnés par la vaporisation. A bord du *Desaix*, on enlevait d'un coup de brosse les matières fixées sur les tubes, qui ne s'y trouvaient qu'à l'état de *farine*.

» Quant à l'hydrogène dégagé et à son influence, nous rappellerons le rôle de l'air dans le phénomène de l'ébullition, révélé par les belles expériences de M. Donny, et par celles de M. Gernez, qui, dans les *Annales de Chimie et de Physique* de 1875, a si bien étudié l'influence des corps solides poreux ou anguleux.

» D'après ces expériences, l'ébullition est toujours une évaporation à la surface des gaz, qu'ils soient dissous dans le liquide, qu'ils soient adhérents à la paroi des vases ou bien à la surface des corps solides introduits.

» Quand un liquide est entièrement privé d'air par une longue ébullition, il se surchauffe, c'est-à-dire que sa température peut s'élever de 30° à 40° au-dessus du point normal d'ébullition. Dans ce cas, la formation des vapeurs n'a lieu qu'à la surface « par évaporation ».

» Quand la température de la vapeur émise correspond à la tension qui fait équilibre à la pression exercée à la surface du liquide, on peut faire

naître à volonté l'ébullition, en introduisant une bulle de gaz au sein du liquide. L'ébullition, ainsi amorcée par la bulle d'air, au sein de laquelle le liquide s'évapore, comme il le fait à la surface libre, continue alors tant que la capsule fixée à l'extrémité d'une tige en verre contient la plus petite parcelle de gaz. Tous les corps solides n'agissent, comme la bulle gazeuse, que par la couche d'air adhérente à leur surface.

» Quand, par une longue ébullition, toute trace d'air a disparu, le solide est devenu inactif, et la surchauffe peut se produire avec tous ses périls. L'ébullition d'un liquide n'étant donc qu'une évaporation, à partir du point normal d'ébullition, sur des surfaces gazeuses adhérentes aux parois des vases, ou produites par un dégagement de gaz, on comprend que l'emploi du zinc dans nos chaudières peut parfois en prévenir l'explosion, par suite de surchauffe.

» L'hydrogène dégagé dans l'action galvanique doit *théoriquement entretenir l'ébullition*, après l'avoir *amorcée*.

» Il résulte de ce qui précède qu'il y a un intérêt majeur à maintenir dans un grand état de propreté les plaques de zinc, dont une dépêche ministérielle de 1875 prescrit l'emploi. Toutes les fois qu'on le pourra, il faudra les extraire des chaudières, pour les piquer et les décaper; sinon le zinc disparaîtrait sous les couches successives de sel; il n'y aurait plus de pile, partant plus d'action galvanique, ni aucun des effets indiqués ci-dessus.

» Dans la navigation en escadre, on reste très fréquemment vingt-quatre, quarante-huit heures avec ses feux au fond des fourneaux. Lorsque paraît l'ordre de pousser les feux, on se trouve avoir dans les chaudières de l'eau chaude presque totalement privée d'air, cas favorable pour une explosion. Il y a lieu de procéder immédiatement à l'extraction continue, afin d'introduire, le plus tôt possible, une nouvelle eau apportant de l'air avec elle.

» Nous ne croyons pas que l'action galvanique signalée plus haut se produise toujours très régulièrement, et surtout dans les proportions nécessaires au développement normal de l'ébullition dans nos appareils. Bien des circonstances locales peuvent venir la contrarier.

» De graves et récents exemples sont là pour nous donner tout lieu de craindre que cette action, vraie en théorie, ne se réalise pas toujours en pratique. C'est pourquoi nous croyons devoir conseiller de la compléter par une action mécanique plus sûre et plus constante, sous la forme d'une injection modérée, mais continue d'air chaud, par la partie infé-

rieure des chaudières, *ou mieux,* d'un gaz non oxydant, tel que l'acide carbonique par exemple.

» Sous l'action de ce constant *amorçage* et de cet entretien parfaitement régulier de l'ébullition, il se produirait, nous l'espérons du moins :

» 1° Une vaporisation plus rapide;

» 2° Partant, un emploi mieux entendu, plus économique du combustible;

» 3° Enfin, une sécurité générale, qui est encore loin d'exister.

» Cette surchauffe, qui n'est autre qu'une sorte de *sommeil* du liquide, ne serait plus possible sous l'effet de l'incessant réveil que nous préconisons.

» Nous n'insisterons pas sur la faible dépense qui résulterait de l'installation de notre procédé d'injection d'acide carbonique ([1]), qu'il sera, du reste, si facile de développer en telle quantité que l'on voudra, par l'action de l'acide chlorhydrique sur un carbonate de chaux.

» Au cas, bien peu probable, où l'on n'en recueillerait pas les avantages cités plus haut, qui couvriront largement cette dépense, nous osons espérer que le côté humanitaire de cette question prévaudra dans les décisions que pourra suggérer notre travail..... Qui peut assurer que bon nombre de ces navires à vapeur dont on n'a plus de nouvelles n'ont pas disparu dans les flots, défoncés par l'explosion de leurs chaudières? »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur l'hiver de* 1879-1880. Note de M. L. TEISSERENC DE BORT, présentée par M. Périer.

« L'hiver de 1879-80, comme on sait, a été exceptionnellement froid sur nos régions, et méritait une étude attentive, que nous avons entreprise au Bureau Central Météorologique, en réunissant un grand nombre d'observations faites sur l'Océan et sur les continents. Comme on pouvait s'y attendre, les anomalies de cette saison n'étaient pas particulières à l'Europe seule, mais elles se rattachent à une perturbation beaucoup plus générale, dont les effets se sont fait sentir sur l'Atlantique, dans les régions équatoriales et en Asie.

» Bien que les phénomènes tendent à se produire par zones, et en par-

([1]) M. Bourdon construit aujourd'hui des injecteurs, basés sur le principe Giffard, qui rendront très simple et automatique le procédé d'amorçage que je conseille, au moyen d'un ou plusieurs tubes pénétrant par la partie supérieure des chaudières jusqu'au bas du liquide.

ticulier la distribution des pressions, cependant il existe sur le globe certaines régions qui, par les propriétés physiques de leur surface ou même par leur configuration, influent sur la répartition de la température et de la pression, de façon à détruire la symétrie et le parallélisme des isothermes et des isobares par rapport à l'équateur, et aussi la marche régulière des vents. Par l'importance de leur rôle dans la circulation de l'atmosphère, ces régions peuvent être désignées sous le nom de *centres d'action de la surface du globe*, et les maxima ou minima de température ou de pression qui s'y trouvent sous le nom de *centres d'action de l'atmosphère*.

» Le continent asiatique, par exemple, qui est le siège de très basses températures et de fortes pressions en hiver, tandis qu'en été il est occupé par un minimum barométrique donnant lieu aux grandes moussons, est un des centres d'action du globe.

» Les centres d'action de l'atmosphère ne coïncident pas à tout moment avec les centres d'action de la surface du globe, et cet état se prolonge quelquefois pendant assez longtemps, en amenant des changements dans l'allure du temps. Les caractères particuliers de l'hiver de 1879-80 ont été dus à des perturbations de ce genre.

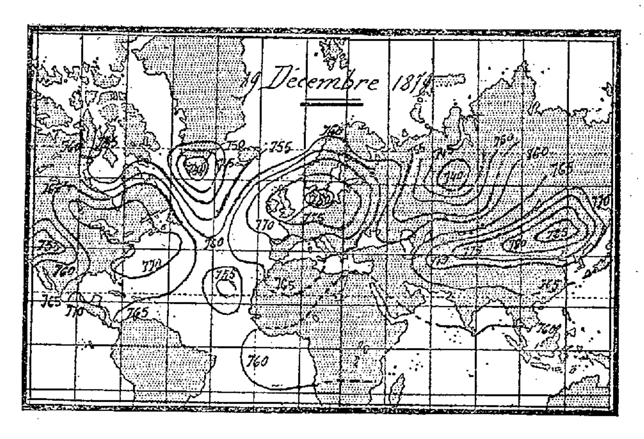
» Dans l'état normal, on trouve en hiver sur l'Atlantique, vers 35° de latitude, un maximum barométrique dont le centre est situé près de Madère, et qui s'étend en diminuant d'intensité vers l'ouest. Cette aire de hautes pressions est très permanente et forme un des centres d'action de l'atmosphère qui a le plus d'influence sur le temps en Europe. Or, en 1879, le maximum de Madère s'est déplacé, et son centre est venu sur nos régions; les parages de Madère d'abord (à la fin de novembre), puis ceux des Açores jusque vers le 20 décembre, ont été occupés par des basses pressions.

» En même temps, le maximum barométrique de la Sibérie subissait des modifications importantes, et, près de Tobolsk, de basses pressions régnaient presque constamment. L'ouest de l'Europe, couvert par un maximum barométrique, était le siège d'un mouvement divergent du vent inférieur et s'est trouvé ainsi complètement privé de l'air de l'Océan, auquel nous devons la douceur de nos hivers.

» Le froid a été beaucoup accentué par la présence, sur le sol, de la neige, due surtout à la dépression du 4 au 5. Cette dépression mérite une mention spéciale. Elle a pris son origine dans la zone intertropicale, et nous la trouvons la première fois le 1er décembre par 45° W. et 23° N.; puis elle gagne les Açores en se renforçant; enfin elle aborde nos côtes le 3 au soir, traverse la France où elle amène une violente tempête de neige, et

se comble sur la Russie. Après le passage de cette dépression, le calme presque absolu a repris sur nos régions, et sur l'Atlantique les basses pressions sont restées longtemps stationnaires dans les parages des Açores.

» Les perturbations dans la circulation générale ont été telles, que l'alizé a presque complètement disparu pendant plusieurs jours. On sait que l'alizé doit sa constance même en hiver à ce fait, que les pressions vont toujours en croissant depuis la zone du minimum équatorial jusque vers le 20e degré de latitude nord. Or, par suite de la présence des basses pressions près des Açores, la disposition des isobares a été intervertie, comme on peut le voir sur la carte du 19 décembre, en sorte que les vents, au

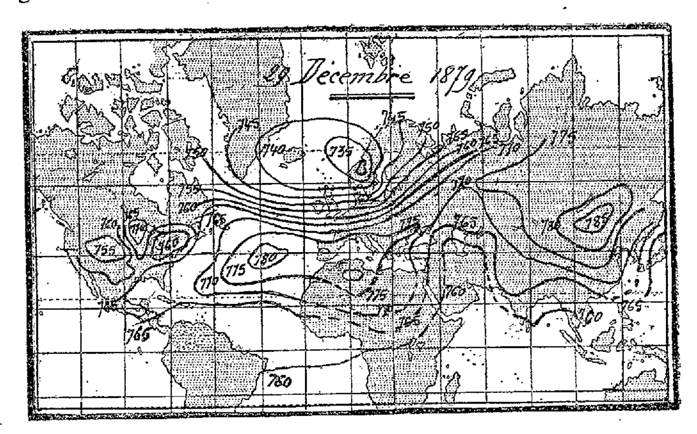


lieu de souffler vers l'équateur, se rendaient de l'équateur au minimum barométrique, situé vers 25°. Cette suppression de l'alizé, bien que fort rare, n'est pas sans exemple : Kaemtz nous rapporte des faits analogues, qui eurent lieu en 1825 et en 1833.

» Dans certains jours, les parages de l'Islande étant occupés par de basses pressions, pendant qu'un autre minimum se trouvait près des Açores, il n'existait, entre l'équateur et les hautes latitudes, aucun maximum barométrique accentué, mais la zone équatoriale se reliait à la zone polaire par une sorte de vallée située entre les hautes pressions de l'Europe et celles de l'Amérique; dans ces circonstances, plusieurs minima, partis des tropiques, ont pu ainsi gagner le 60e degré N., à peu près en ligne droite, par de faibles déplacements successifs.

» Quelques jours avant le dégel, la situation s'est beaucoup modifiée. Dès le 21 décembre, les hautes pressions sont revenues aux Açores, le minimum de l'Islande s'est rapproché de nos régions; dans ces conditions, les vents de la mer ont recommencé à souffler et, le 29, le dégel a com-

mencé. Peu de temps après, la situation atmosphérique, qui avait dominé en décembre, s'est de nouveau établie en janvier; le froid a repris, mais l'absence de neige sur le sol en a beaucoup limité la rigueur. Enfin le retour



de la circulation au régime vraiment normal a eu lieu dans les premiers jours de février.

» En résumé, l'hiver de 1879-1880 a été dû, comme cause immédiate, à un déplacement du centre des hautes pressions de Madère et des Açores et à une perturbation dans le maximum barométrique de Sibérie. Par moment, les perturbations se sont étendues jusqu'au minimum équatorial.

» Il restera à examiner, après ces traits généraux, les particularités intéressantes de cet hiver, et à comparer les conditions où il s'est produit avec celles des hivers qui l'ont précédé et suivi. J'en ferai l'objet d'une autre Note. »

NOSOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'altération des grains de raisin par le Mildew.* Note de M. Éd. Prillieux, présentée par M. Duchartre.

« Le *Peronospora* de la vigne, cause de la maladie du Mildew qui a, l'an dernier, ravagé les vignobles de l'Algérie, s'y est à peine montré cette année et n'a pris dans notre colonie aucun développement, mais il a attaqué très gravement certaines parties de la France qu'il avait épargnées en 1881. Depuis plus d'un mois, dans le Libournais, le Médoc, l'Armagnac, l'Agenais, la plupart des vignes sont couvertes de feuilles brunes et desséchées et ne conservent quelque peu de verdure qu'à l'extrémité des rameaux.

» A Nérac, que je prendrai particulièrement comme exemple, la première apparition de la maladie a été constatée de très bonne heure, du 10 au

20 mai, sur un cépage américain, le Jacquez; mais ce n'est qu'au commencement de juillet, à la suite d'un orage, que le mal s'est développé dans toutes les vignes avec une rapidité et une violence extrêmes. Non seulement les feuilles sont envahies, se dessèchent et tombent, mais les raisins eux-mêmes sont atteints d'une façon singulière et qui n'avait pas été jusqu'ici remarquée ou du moins étudiée. Sur les grappes encore vertes beaucoup de grains changent de couleur par place, puis s'amollissent, se rident et tombent ou bien se dessèchent sans se détacher. Comme les pieds où cela se produit sont d'ordinaire dépouillés de feuilles par la maladie et qu'alors les grappes sont restées exposées sans abri au soleil, on attribue leur altération, surtout quand les grains se dessèchent sans tomber, à l'ardeur des rayons qui les frappent. Cependant on peut, en examinant des vignes qui, bien qu'envahies par le Mildew, n'ont pas perdu beaucoup de feuilles, y trouver des grains marqués de taches livides sur des grappes qui ont été certainement à l'abri des coups de soleil. Sur des Jacquez, par exemple, on voyait, à la fin de juillet, des grappes très ombragées qui, à la moindre secousse, laissaient tomber beaucoup de leurs grains brunâtres et ridés; d'autres se desséchaient; très peu continuaient à se développer d'une façon normale. Il était impossible d'admettre que, dans ce cas, ces grains malades fussent grillés par le soleil, et il était naturel de se demander s'ils n'étaient pas atteints eux-mêmes par le *Peronospora*. Il est certain que l'on ne voit jamais apparaître à la surface de ces grains marqués de taches livides ces rameaux conidifères qui sont, sur les feuilles, le signe visible de l'invasion du tissu par le parasite; mais, si l'on examine la pulpe des raisins malades, on y peut reconnaître de nombreuses ramifications d'un mycélium qui ne diffère de celui qui se développe dans les feuilles que parce qu'il prend dans le fruit une extension plus grande.

» On sait que le mycélium du *Peronospora* de la vigne peut produire, à l'intérieur même des organes qu'il envahit, des spores à coque épaisse et dure qui ne germent qu'après un intervalle de repos et que l'on nomme des *oospores*. Elles se forment naturellement, à l'arrière-saison, dans les feuilles des vignes atteintes de Mildew. On en peut trouver partout en ce moment, mais on en peut en outre déterminer artificiellement la production prématurée en été, dans les feuilles malades, en les maintenant dans une atmosphère humide. M. Fréchou, pharmacien à Nérac, qui a bien voulu, dès l'année dernière, me prêter son très utile concours pour les recherches que j'ai entreprises sur le Mildew, a obtenu ainsi, dès le mois de juin, la production des oospores du *Peronospora* dans les feuilles de Jacquez. En pla-

çant dans les mêmes conditions des grains de raisin qui présentent des taches meurtries et où l'on peut constater la présence du mycélium, on voit aussi s'y former prématurément des oospores. Je conserve des préparations d'oospores de *Peronospora* qui se sont formées dans les grains, dès le mois de juin, dans les cultures expérimentales de M. Fréchou, à Nérac.

» Exceptionnellement, il peut se produire même des rameaux conidifères à l'intérieur des grains que l'on dit grillés, quand, par suite de la dessiccation de la pulpe, il s'y forme des cavités. J'en ai constaté à Libourne plusieurs exemples.

» Il est donc bien certain que l'altération profonde des grains qui tombent ou se dessèchent sur les vignes atteintes de Mildew est due à la même cause que la brûlure des feuilles, bien qu'elle ait un caractère si différent qu'on l'a jusqu'ici rapportée à une autre cause. »

La séance est levée à 4 heures un quart. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 21 aout 1882.

Mémoires de la Société nationale d'Agriculture, Sciences et Arts d'Angers, t. XXII-XXIII, 1880-1881. Angers, impr. Lachèse et Dolbeau, 1881-1882; 2 vol. in-8°.

Mémoires de l'Académie des Sciences, des Lettres et des Arts d'Amiens; année 1881, IIIe série, t. VIII. Amiens, impr. H. Yvert, 1882; in-8°.

Le monde physique; par A. Guillemin; XIIIe série, liv. 119 à 128, t. III. *Le magnétisme et l'électricité*. Paris, Hachette, 1882; grand in-8° illustré.

Mémoires de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg; VIIe série, t. XXX, n° 8. Saint-Pétersbourg, 1882; in-4°.

Bulletin astronomique et météorologique de l'observatoire impérial de Rio de Janeiro, mai 1882, n° 5. Rio de Janeiro, 1882; in-4°. (Deux exemplaires.)

Atti della R. Accademia dei Lincei, 1881-1882, serie terza, *Transunti,* vol. VI, fasc. 14° ed ultimo. Roma, tipi Salviucci, 1882; in-4°.

Ueber die von dem Malthesserriter d'Angos im Jahre 1784 mitgetheilte

Cometen-Entdeckung von Prof. H. GYLDÉN. Kiel, Druck von C.-F. Mohr, 1882; in-4°.

Indiana. Department of Geology and Natural History (Eleventh annual Report), 1881. Indianapolis, W.-B. Burford, 1882; in-8° relié.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 28 AOUT 1882.

Ministère de la Guerre. Statistique médicale de l'armée pendant l'année 1879. Paris, Impr. nationale, 1881; in-4°, (Deux exemplaires.)

Annales de la Société Linnéenne de Lyon; année 1881, t. XXVIII. Lyon, H. Georg; Paris, J.-B. Baillière, 1882; in-8°.

Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Lyon. Table des matières contenues dans les Mémoires publiés de 1845 *à* 1881, etc., *par* le Dr Saint-Lager. Lyon, Association typogr. T. Giraud, 1882; in-8°.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Lyon. Classe des Sciences; t. XXV. Paris, J.-B. Baillière. Lyon, Ch. Pallud, 1881-82; in-8°.

Etudes sur le cancer; par le Dr BOUGARD. Bruxelles, G. Mayolez; Paris, Delahaye et Lecrosnier, 1882; in-8°. (Renvoi au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1883.)

Fragmenta phytographiæ Australiæ, contulit liber baro Ferdinandus de Mueller, vol. XI. Melbourne, J. Ferres, 1878-1881; in-8° relié.

Astronomical and magnetical and meteorological observations made at the Royal Observatory, Greenwich, in the year 1880, etc. London, G.-E. Eyre and W. Spottiswoode, 1882; in-4°.

Der oesterreichische Telegraphen-Bau, etc., werfasst und herausgegeben von C. BIEGLER. Brünn, Druck von A. Thuma, 1882; in-8° relié.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 25 SEPTEMBRE 1882

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

INAUGURATION DE LA STATUE ÉLEVÉE A A.-C. BECQUEREL.

L'inauguration de la statue élevée à notre regretté confrère *Antoine-César Becquerel,* à Châtillon-sur-Loing, sa ville natale, a eu lieu le dimanche 24 septembre.

Des discours ont été prononcés, à cette occasion, par M. Cochery, Ministre des Postes et des Télégraphes, Président du Conseil général du Loiret ; par M. Dumas, au nom de l'Académie des Sciences; par M. Fremy, au nom du Muséum d'Histoire naturelle; par M. Mercadier, au nom de l'École Polytechnique; par M. Barral, au nom de la Société nationale d'Agriculture; enfin, par M. le Maire de Châtillon-sur-Loing.

M. Daubrée, que M. Dumas, retenu à Paris, avait prié de donner lecture de son discours, rend compte de la cérémonie.

DISCOURS DE M. COCHERY.

« MESSIEURS,

» Je ne viens pas faire un discours et vous retracer la brillante carrière d'Antoine-César Becquerel. Cette mission est, à bon droit, réservée aux savants éminents qui ont bien voulu prendre part à cette cérémonie.

» Votre député désire uniquement vous associer, par quelques paroles, à la grande manifestation qui se produit aujourd'hui dans votre ville.

» Dix-huit mois se sont à peine écoulés depuis le jour où vous affirmiez la liberté de conscience en inaugurant la statue de l'amiral Coligny sur une des places de Châtillon. Je me rappelle en quels termes éloquents et sympathiques mon collègue et ami, M. d'Eichthal, conseiller général du canton, caractérisait l'acte que vous accomplissiez.

» Aujourd'hui, c'est la Science que vous honorez dans l'un des plus illustres enfants de Châtillon.

» Antoine-César Becquerel naquit à Châtillon le 7 mars 1788.

» Sorti à vingt ans de l'École Polytechnique, il obéit à la loi du moment en entrant dans la carrière militaire. Ses goûts, du reste, semblaient l'y porter. En quelques années, il gagna rapidement les grades de lieutenant, de capitaine, de chef de bataillon.

» Il prit part aux campagnes d'Espagne et de France, et fut plusieurs fois cité à l'ordre du jour de l'armée.

» C'est avec justice que le grand artiste, auquel a été confiée l'exécution de cette statue, a inscrit, sur le piédestal, divers faits d'armes auxquels Becquerel prit une large part, notamment le siège de Tarragone.

» Chargé d'élever une redoute, Becquerel n'avait avec lui qu'une cinquantaine d'hommes. Les Espagnols, sortant à l'improviste des lignes assiégées, viennent l'assaillir. Il est en même temps menacé par les Anglais qui opèrent un débarquement. Le jeune lieutenant ne se trouble pas; d'assiégeant devenu assiégé, il se barricade à la hâte dans sa position et la défend énergiquement. Il donne à l'armée française le temps d'accourir à son secours. Les Espagnols sont repoussés dans leurs murs; les Anglais, obligés de se rembarquer. Becquerel peut continuer l'établissement de sa redoute.

» Il prit ensuite part à la campagne de France, et, quand les armées alliées s'approchèrent de Paris, il accourut pour défendre la capitale. Il arriva alors que la reddition venait d'être signée. Nous avons connu de pareilles tristesses. N'en perdons pas le souvenir, chers compatriotes, et puisse-t-il nous faire oublier nos dissentiments en nous réunissant autour du drapeau national!

» Becquerel dépose son épée devenue impuissante à défendre notre territoire. Il va servir son pays dans une nouvelle carrière. La Science s'offre à lui. Il lui restera fidèle pendant soixante-cinq années.

» Il touchera bien un peu à la politique, mais il y touchera si peu qu'il désarmera ses adversaires eux-mêmes par sa bonhomie.

» Une science nouvelle se dégageait : la science de l'électricité. Après Galvani, après Volta, Ampère et Arago en ouvraient le sillon. Elle étonnait sans révéler encore ses mystères. Becquerel devient un de ses apôtres. Il apporte à ses travaux cette ardeur qui ne devait pas abandonner plus tard le savant devenu octogénaire, cette ténacité qui le conduisait toujours sûrement au succès.

» Je devrais m'effacer devant vous, messieurs, qui, illustres compagnons des travaux de Becquerel, venez rendre un éclatant hommage à sa mémoire. Mais je ne peux oublier que la grande gloire de Becquerel, ce sont ses découvertes qui ont fait progresser avec tant d'éclat la science électrique et surtout celles qui ont amené la puissante expansion de la télégraphie.

» Je me trouve avoir cette bonne fortune d'être appelé, dans le département que je représente, à présider une cérémonie en l'honneur de l'un de nos plus grands électriciens. Vous ne pardonneriez pas au Ministre, qui a les télégraphes dans ses attributions, de garder le silence sur les services éminents rendus par Becquerel.

» L'Exposition d'électricité de 1881 a constaté les progrès de cette science; elle a surtout fait pressentir les développements que lui réserve l'avenir. L'électricité est partout : c'est une force incomparable qui promet à l'industrie des conquêtes sans limites. Elle s'est déjà vulgarisée par la télégraphie, par la téléphonie; elle donne la lumière, sert à la transmission de la force, aide la galvanoplastie, la chirurgie. Son domaine est immense, il s'étendra indéfiniment.

La gloire de Becquerel sera d'avoir été l'un des initiateurs de cette science. On vous dira tout à l'heure ce qu'il a fait, quels ont été ses travaux, quels merveilleux résultats il a obtenus. Il n'a pas publié moins de cinq cent vingt-neuf Ouvrages ou Mémoires. Son œuvre, comme le disait un homme d'esprit, dépasse l'œuvre du plus fécond de nos romanciers.

» Il me suffira de vous citer les nombreuses et brillantes expériences par lesquelles, complétant l'œuvre de Davy, il a établi que toutes les actions chimiques développent l'électricité. Il a appliqué l'électro-chimie au traitement des métaux précieux : la dorure et l'argenture lui doivent leurs progrès.

» Il a fixé les lois des phénomènes thermo-électriques et a pu ainsi créer le thermomètre électrique, qui permet de déterminer la température de la

terre à de grandes profondeurs et même d'explorer les corps des êtres vivants.

» Il a doté la science du galvanomètre différentiel et de la balance électrodynamique, qui fournissent de si précieuses ressources aux recherches des physiciens.

» C'est de son laboratoire que sont sorties les premières piles à deux liquides. Les variations de la pile de Volta rendaient ses applications difficiles. Becquerel en cherche, en pénètre les causes : il crée la pile à courant constant. La télégraphie a fait, grâce à lui, un pas décisif.

» Je veux m'arrêter. Le sujet serait inépuisable. Becquerel fut, en effet, d'une puissante fécondité.

» L'homme n'en était pas moins resté bon, simple, affectueux. Vous l'avez tous vu se passionnant pour ses jacinthes, pour ses vignes. Avec quelle joie il vous montrait les quelques bibelots qu'il avait pu réunir. Ce n'était pas sa science qui faisait son orgueil, il la considérait comme son devoir.

» Mais il avait un sentiment de fierté ineffable quand il jetait les yeux sur son fils qui suivait si vaillamment ses traces, sur son petit-fils aux succès duquel il eut heureusement le temps d'applaudir.

» L'existence de Becquerel a été bien et utilement remplie; son image, se dressant sur une place publique de Châtillon, sera un puissant et fécond enseignement pour nos générations futures. »

DISCOURS DE M. J.-B. DUMAS.

« Messieurs,

» Au nom de l'Académie des Sciences, je viens saluer avec respect le noble monument que des soins pieux et reconnaissants élèvent, par les mains habiles d'un statuaire éminent, à la mémoire d'Antoine-César Becquerel, l'un de ses Membres les plus illustres.

» Votre compatriote a partagé la plus grande part de sa longue existence entre sa ville natale et l'Académie, cette patrie intellectuelle où il avait trouvé l'aliment nécessaire à sa féconde activité, lorsque la patrie française, lui rendant sa liberté, avait cessé de réclamer ses services et son sang.

» Les anciens élevaient sur les places publiques des statues aux divinités tutélaires de la cité, aux héros qui l'avaient défendue. Dans ses manifestations de la gratitude populaire, l'époque actuelle fait une large part

à la véritable aristocratie, celle des inventeurs. Elle se souvient des conquêtes qu'ils ont réalisées sur la nature au profit de l'humanité; elle se plaît à constater la part qui leur revient dans l'immense progrès que la civilisation accomplit sous nos yeux; elle les honore, elle les aime.

» On perce les montagnes, on plane au-dessus des vallées, on ouvre les isthmes. Des routes livrées à la vapeur, sillonnant de toutes parts le globe, transportent le plus humble voyageur avec une rapidité qu'au temps de leur splendeur les plus grands souverains n'ont jamais connue. La pensée et la parole elle-même circulent avec la rapidité de l'éclair autour de la terre. Les engins de la Mécanique, rivalisant pour la force avec les géants de la fable, et pour la dextérité avec les mains des fées, élèvent des monuments cyclopéens ou tissent des voiles légers comme des vapeurs aériennes. L'industrie rajeunie renouvelle ses procédés. La betterave fait reculer la canne à sucre. La garance et la cochenille succombent. La cire de l'abeille est délaissée. La fonte remplace la pierre; le fer se substitue au bois, l'acier au fer. Les mortiers des Romains, surpassés, assurent à nos constructions une durée impérissable. Maniés par l'électricité, les métaux, sous les mille formes de l'art et du caprice, se prêtent à tous les besoins de l'industrie et à toutes les fantaisies du goût. La lumière fixe les images qu'elle éclaire et, supprimant le travail de l'artiste, les grave elle-même sur la planche d'acier destinée à les reproduire. L'agriculture apprend à contrôler ses pratiques et à confier aux machines les services pénibles qu'elle demandait aux ouvriers. L'art de guérir s'enrichit de ces méthodes ignorées de nos pères qui suppriment la douleur et préviennent les contagions.

» A chaque instant, à chaque pas, au milieu des cités assainies et embellies, à travers les champs ameublis, fécondés, drainés ou irrigués, l'homme moderne se trouve en présence de l'invention bienfaisante. Il en est enveloppé. Il se sent comme entouré d'une foule de génies appliqués à deviner ses besoins ou ses désirs et à leur assurer entière et prompte satisfaction.

» Voilà pourquoi, de toutes parts, les cités s'empressent de signaler les services rendus par les inventeurs qu'elles ont vus naître, et rivalisent de zèle pour honorer leur souvenir. Qu'ils aient été parmi les heureux de ce monde, qu'ils aient souffert de la misère ou même succombé à la tâche, peu importe! La postérité n'en veut connaître que les découvertes et leurs conséquences.

» Nicolas Leblanc, c'est la grande industrie chimique; Philippe de Girard, c'est la filature mécanique du lin ; marquis de Jouffroy, c'est la naviga-

tion à vapeur; Niepce, c'est la photographie; mais comment les citer tous ! La France ne sait pas, comme l'Allemagne, poursuivre jusqu'à leurs dernières conséquences ses inventions scientifiques. Elle ignore l'art, familier à l'Angleterre, d'étendre à toutes leurs applications ses inventions industrielles. Mais elle se multiplie dans l'invention; elle y poursuit un idéal. Le problème résolu, on la dirait satisfaite, aspirant au repos et laissant au temps le soin d'en développer les résultats.

» Notre époque a donc raison. Il faut honorer l'invention, cette qualité essentiellement française. Il faut signaler les inventeurs au respect. Qu'ils aient été glorifiés de leur vivant ou méconnus; que la fortune les ait favorisés ou qu'elle ait été pour eux une marâtre impitoyable, il faut appeler sur eux les bénédictions de la foule en lui apprenant qu'ils furent les bienfaiteurs du genre humain.

» Ils n'ont pas fait couler de sang; ils n'ont opprimé personne; leur gloire est pure et sans tache; ils ont rendu le travail de l'homme plus léger, plus efficace et chacun de nous plus heureux.

» Mais l'invention ne réside pas tout entière dans ces procédés matériels que l'industrie met à profit. La Science, dans ses méthodes, compte aussi des inventeurs, de grands et illustres inventeurs, dont la pensée pénétrante a percé les ténèbres qui nous entouraient, dont la puissante imagination a fait jaillir la lumière sur les mystères les plus cachés de la nature. Sans remonter aux siècles précédents, de nos jours l'admiration publique s'est manifestée par des monuments érigés en l'honneur de Cuvier, de Thenard, d'Arago, de Le Verrier, de Claude Bernard, auxquels s'associe dignement celui que vous élevez à Antoine-César Becquerel.

» Soixante années d'intimité m'ont appris à connaître tous ses travaux, m'ont permis de jouir de tous ses succès. Mais un Ministre éminent vous a déjà parlé de ses découvertes, avec l'autorité qui lui appartient; elles vous seront exposées de nouveau par des juges compétents; permettez que j'arrête votre pensée sur un côté plus familier de sa belle existence.

» Dans un temps avide de changements, où rien ne dure, où les hommes comme les choses, condamnés à une existence éphémère, semblent précipités vers l'oubli par une destinée fatale, l'esprit se repose satisfait en présence d'une famille comptant un siècle entier d'un travail heureux, consacré à la poursuite des mêmes pensées.

» Comme tant d'autres, à la fin des guerres de l'Empire, Becquerel aurait pu chercher dans les luttes de la politique une compensation aux espérances que la gloire militaire ne lui offrait plus. Loin de là! il se refit

étudiant et ne cessa de l'être qu'au terme de la vie, rentrant pour n'en plus sortir dans le domaine pacifique de la Science.

» Comme tant d'autres, cédant à la contagion du siècle, il aurait pu vouer ses fils au culte du veau d'or ou les abandonner au courant qui emporte les générations nouvelles vers la vie facile, les jouissances, les voluptés. Loin de là! leur donnant l'exemple du travail, il leur en inspira le goût, il leur en fit comprendre la dignité.

» C'est ainsi qu'on a pu voir, exemple unique dans l'histoire de la Science, les représentants de trois générations frappant à la fois, tous les trois, à la même heure et avec la même autorité, à la porte du temple de la vérité et en forçant l'entrée.

» Antoine-César Becquerel, que ses découvertes ont étroitement uni pour toujours à l'histoire des progrès immenses accomplis par la science de l'électricité pendant un demi-siècle, que ses Ouvrages ont signalé à l'admiration et à la reconnaissance de ses contemporains, laisse après lui quelque chose de plus : un grand exemple offert au souvenir des esprits élevés et à l'émulation du pays.

» Soldat, tant que la patrie eut besoin de son épée, il ne vécut que pour l'armée. Savant, il demeura fidèle à la Science et ne vécut que pour elle jusqu'à son dernier jour. L'unité de plan de cette existence vénérable, inspirant ses fils, leur a tracé la voie qu'ils suivent avec fidélité et dans laquelle ils ont rencontré, à leur tour, ces succès et conquis ces titres à l'estime publique, qui font la consolation d'une mère, hélas! éloignée de cette cérémonie par son âge et ses infirmités, mais unie de cœur à tous les sentiments qui l'ont provoquée et que fait renaître en nous l'aspect saisissant de l'image de son époux.

» Président du Comité chargé de préparer l'érection de ce monument, j'adresse les remerciements de l'assistance émue qui m'entoure à mes collègues, dont le zèle ne s'est jamais lassé, aux membres du Gouvernement, aux Sociétés savantes, aux souscripteurs, qui ont voulu s'associer à notre projet, et surtout à M. Guillaume, dont l'œuvre, à laquelle il a mis tout son cœur, a répondu d'une manière si heureuse et si magistrale à la pensée et aux espérances des amis de la Science française. »

DISCOURS DE M. FREMY.

« Messieurs,

» Il y a environ un demi-siècle, les professeurs du Muséum faisaient une démarche bien honorable pour celui qui en était l'objet : ils demandaient au Gouvernement la création d'une chaire nouvelle au Jardin des Plantes en faveur d'un physicien éminent qui, par son enseignement, devait exercer une influence considérable sur les progrès des Sciences naturelles.

» La chaire fut créée et offerte à Becquerel, qui put alors exposer, au grand profit de la Science, les brillantes découvertes que nous devons à son génie.

» Au moment où la ville de Châtillon-sur-Loing érige une statue au grand savant qui l'a illustrée, vous comprenez, Messieurs, que le Muséum d'Histoire naturelle, que je représente, tenait à honneur de s'associer aux hommages si mérités que vous rendez aujourd'hui à la mémoire de Becquerel.

» Ce n'est pas ici, ce n'est pas à Châtillon, qu'il est utile de raconter dans tous ses détails la vie de Becquerel; vous la connaissez tous et, dans ce pays, elle est en quelque sorte légendaire.

» Vous savez que Becquerel fut d'abord un vaillant soldat avant d'être un savant illustre.

» L'histoire militaire de notre pays dira que, dans la guerre d'Espagne, le lieutenant Becquerel, attaché à l'état-major du génie, fut un de nos officiers les plus braves, qu'il prit une part active à un grand nombre de sièges meurtriers, qu'il fut mis plusieurs fois à l'ordre du jour de l'armée et qu'à la prise de Tarragone il entrait le premier dans le fort de Francoli, tenant son épée de la main gauche, parce qu'il portait en écharpe son bras droit qui était cassé.

» Cette action d'éclat lui valut, à vingt-quatre ans, la croix de la Légion d'Honneur.

» En 1811, il élevait une redoute devant Tarragone avec quelques sapeurs du génie, lorsqu'il fut attaqué par les troupes espagnoles sorties de la place, et en même temps battu en brèche par les canons de la flotte anglaise; les ennemis commençaient même à opérer leur débarquement sur la plage.

» Becquerel, par son courage et son sang-froid, anima l'ardeur de ses

soldats; les secours arrivèrent et l'ennemi fut forcé de se rembarquer ou de rentrer dans la place.

» En 1813, lorsque la lutte s'engageait, hélas! sur le sol de la patrie, Becquerel fut chargé de mettre en état de défense plusieurs villes de la Champagne et de la Picardie.

» C'est lui qui établissait un pont de bateaux à Villeneuve-Saint-Georges et qui minait le pont de Charenton pour en assurer, en cas de besoin, la destruction rapide.

» Vous le voyez, Messieurs, votre compatriote a bien mérité les honneurs que vous lui rendez aujourd'hui; car il appartient à cette légion de héros qui a lutté avec énergie contre l'invasion étrangère.

» J'ai parlé du soldat; j'arrive au savant.

» Vous reconnaîtrez avec moi que sur un nouveau champ d'honneur qui n'est pas moins glorieux que l'autre, puisque c'est celui de la Science, Becquerel a eu aussi ses actions d'éclat; il a remporté, dans la recherche de la vérité, des victoires bien précieuses, car elles ne laissent aucune tristesse après elles; elles sont utiles à tous et le temps ne les amoindrira pas.

» Pour exprimer en un mot la valeur scientifique de Becquerel, il me suffit de vous dire que tous les savants placent son nom à côté de ceux de Volta, de Davy, de Galvani, d'Œrstedt, d'Arago, d'Ampère et de Faraday.

» Il est un des principaux fondateurs de cette belle science de l'*Électricité* dont vous connaissez les brillantes théories et les fécondes applications.

» C'est lui qui nous a fait connaître la cause réelle des courants électriques qui se produisent dans la pile de Volta.

» On lui doit les piles cloisonnées à deux liquides qui portent le nom de *piles à courant constant de Daniell*, et qu'on devrait appeler et qu'on appellera les *piles de Becquerel;* car il en est le véritable inventeur.

» La pile à sulfate de cuivre, qui rend aujourd'hui de si grands services à l'industrie, a été découverte par Becquerel en 1829; celle de Daniell n'a été décrite qu'en 1836.

» Becquerel est le créateur d'une partie de la science qu'il a nommée l'*Électrochimie,* dont il a posé les principes dans ses nombreux Ouvrages.

» Tout le monde sait l'influence que la découverte de nouveaux appareils exerce sur les progrès de la Physique.

» Ici encore Becquerel est venu rendre à la Science de nouveaux services en donnant aux physiciens des appareils précieux, tels que le thermomètre

électrique, le galvanomètre différentiel et la balance électromagnétique.

» C'est à la suite de ces belles découvertes et de ses travaux sur la production des substances minérales cristallisées que Becquerel obtint les deux plus grandes récompenses qu'un savant puisse ambitionner : il fut élu membre de l'Académie des Sciences, et la Société royale de Londres lui décerna la médaille de Copley, qui porte pour suscription : *Au plus digne.*

» Je n'ai pas la pensée, Messieurs, de faire l'analyse complète de l'œuvre scientifique de Becquerel, qui est immense et qui se compose de plus de cinq cents Mémoires.

» Seulement, parlant au nom du Muséum, vous me permettrez de vous donner ici quelque idée des découvertes que le grand physicien a développées dans son enseignement; vous reconnaîtrez, avec moi, que jamais la création d'une chaire nouvelle ne fut mieux justifiée.

» Faisant usage des appareils qu'il avait découverts, Becquerel put, au moyen de son thermomètre électrique, déterminer à distance soit la température des parties intérieures des animaux et des plantes, soit celle de la terre à de grandes profondeurs, soit celle de l'atmosphère à des hauteurs où la lecture du thermomètre est souvent impossible.

» La Physique du globe, la Météorologie et l'Agriculture doivent à Becquerel d'importants travaux, qu'il a souvent publiés en collaboration avec son fils.

» Le génie d'invention et la perspicacité de Becquerel se montrent dans tout leur éclat, lorsqu'il applique ses ingénieux appareils à la Géologie et à la Minéralogie; ses travaux prennent alors le caractère le plus élevé.

» Il découvre d'abord ce principe éminemment fécond, c'est que les dégagements d'électricité les plus faibles peuvent produire les effets les plus considérables, lorsqu'ils sont continués pendant un temps suffisant; il démontre, en outre, que les courants électriques ne résultent pas seulement d'une action chimique, mais aussi d'un simple travail moléculaire.

» Cette loi étant une fois trouvée, Becquerel l'applique à la reproduction artificielle de presque tous les minéraux et à la décomposition des roches : ses découvertes se multiplient à l'infini; on peut comprendre alors tout ce que la Physique apportait de secours aux Sciences naturelles.

» Nous avons vu le savant infatigable, qui avait conservé l'ardeur de la jeunesse, publier, à l'âge de quatre-vingt-dix ans, une série de beaux Mémoires sur les phénomènes électriques qui se forment dans les espaces capillaires, et montrer à l'Académie de merveilleuses cristallisations produites dans ses appareils si ingénieux et si simples.

» A la suite de ces découvertes, qui ouvraient des voies nouvelles à la Science pure et appliquée, et qui venaient expliquer les réactions mystérieuses qui se passent dans le sein de la terre, on comprend que M. Becquerel ait reçu, des corps savants, tous les honneurs qu'il méritait.

» Le 13 avril 1874, l'Académie des Sciences offrait à Becquerel une médaille commémorative sur laquelle se trouvaient ces mots :

A l'illustre doyen des Physiciens, ses confrères, ses amis et ses admirateurs.

» Ces hommages étaient bien faits pour inspirer quelque vanité à celui qui les recevait.

» Il n'en fut rien ; Becquerel conserva toujours dans ses manières et dans sa vie cette simplicité touchante qu'on aime à trouver chez un homme éminent.

» Son bonheur et ses joies, il les a rencontrés dans sa famille toute patriarcale, auprès d'une digne et vénérable compagne qui était fière de ses succès, et au milieu de ses enfants qui suivaient son exemple et avaient pour lui un culte véritable.

» J'ai dit que Becquerel ne tirait aucune vanité des hommages qu'on lui rendait; je me trompe, Messieurs, il a eu, dans sa vie, un jour d'orgueil, lorsqu'il a vu son fils s'asseoir près de lui, à l'Académie des Sciences, porté par le suffrage de tous les physiciens, et son petit-fils, sorti dans les premiers rangs de l'École Polytechnique, entrer d'une manière brillante dans la carrière scientifique en publiant plusieurs Mémoires remarquables.

» A ce moment Becquerel pouvait éprouver un sentiment de fierté bien légitime; car il se trouvait le chef d'une de ces dynasties scientifiques que tous les partis respectent et que les orages politiques n'atteindront jamais.

» Messieurs, la fête qui nous rassemble aujourd'hui, devant cette belle statue que nous devons au talent d'un grand artiste, porte en elle un enseignement patriotique que vous me permettrez de faire ressortir en terminant.

» Notre pays n'a pas toujours été récompensé, vous le savez, des services qu'il a rendus; il a trouvé souvent la critique amère, l'abandon et l'ingratitude où devaient être l'amitié et la reconnaissance.

» A ceux qui nous calomnient, qui osent dire que la France est en décadence et qu'elle n'a pas conservé les sentiments élevés qu'elle avait autrefois, nous répondrons :

» Lorsqu'on voit une ville entière se lever aujourd'hui dans un élan d'enthousiasme pour rendre un touchant hommage à la mémoire de celui

qui fut un vaillant soldat et un savant illustre; lorsque les fils d'un pareil homme soutiennent si dignement le nom qu'ils portent, nous sommes en droit de nous écrier que la France n'a rien perdu de ses qualités anciennes.

» Elle est toujours la nation qui se passionne pour les idées généreuses et qui sait honorer tous les mérites.

» Elle conservera, dans le monde, la place qui lui est due, parce que les pères transmettent à leurs fils les nobles passions qui les animent, c'est-à-dire l'amour de la patrie, l'admiration pour tout ce qui est beau et l'horreur de tout ce qui est méprisable.

» C'est donc avec confiance que nous laisserons à nos enfants le soin de notre dignité et la réalisation de nos espérances.

» Puisque la vie de votre illustre compatriote nous inspire de tels sentiments, qu'on y trouve des exemples nombreux de patriotisme et de grands services rendus à l'humanité par des découvertes impérissables, j'exprimerai, je n'en doute pas, la pensée de tous ceux qui m'écoutent en disant :

» Honneur à Antoine-César Becquerel premier! »

DISCOURS DE M. MERCADIER.

« MESSIEURS,

» L'homme dont nous inaugurons aujourd'hui la statue fut un glorieux élève de l'Ecole Polytechnique, et cette école qu'il aimait, où son fils fut admis, et qui compte aujourd'hui son petit-fils au nombre de ses répétiteurs, devait tenir à lui rendre un hommage public.

» Quand Becquerel y entra, il y avait à peine dix ans que la Convention l'avait fondée, dans des circonstances terribles, pour faire des ingénieurs civils ou militaires et, s'il était possible, des savants.

» Becquerel réalisa l'idéal de la fondation : il fut à la fois ingénieur militaire et savant, ou plus exactement l'un après l'autre, car il fit de sa vie deux parts fort inégales.

» Permettez-moi d'en rappeler d'abord la seconde partie. Elle commença quand il avait vingt-sept ans; il la consacra tout entière à la Science. Pendant plus de soixante ans il travailla sans cesse et, jusqu'aux derniers jours de sa longue vie, à l'âge le plus avancé, il travaillait encore avec l'ardeur de la jeunesse, avec une vivacité, un respect de la vérité, une énergie, une perspicacité que l'âge n'avait pas altérés.

» Dans le cours de cette longue carrière scientifique, il effectua les travaux les plus variés qui, tous, présentent le même caractère et les mêmes

qualités dominantes : l'ingéniosité, la patience tenace, l'originalité, la conception rapide et nette des expériences à faire pour venir à bout d'une recherche, l'habileté intellectuelle et manuelle pour les exécuter.

» Son premier travail, qui date de 1819, offre déjà ce caractère : il est relatif à la Minéralogie et à la Géologie. Il découvrit, à Auteuil, de la chaux phosphatée et du sulfure de zinc et étudia plusieurs formes nouvelles de chaux carbonatée trouvées dans la Nièvre.

» Mais il abandonna immédiatement cette voie pour se livrer à l'étude de l'électricité et du magnétisme. La grande découverte d'Œrstedt, en 1820, détermina chez lui sans doute, comme chez de la Rive, par exemple, cette direction à ses travaux. Quoi qu'il en soit, il n'abandonna plus ce genre de recherches et en consigna les résultats dans de nombreux Mémoires insérés dans les *Annales de Chimie et de Physique*, dans les *Recueils de l'Académie des Sciences*, dans les Ouvrages didactiques qu'il publia successivement : un *Traité d'électricité et de magnétisme*, en 1834 ; un *Traité de Physique dans ses rapports avec la Chimie* (1844), un *Traité de magnétisme* (1845), des *Eléments de Physique terrestre et de Météorologie* (1847), et plusieurs autres.

» Ses premiers travaux d'électricité furent relatifs à l'étude des sources d'électricité statique. Il fit voir que, par le clivage d'un cristal, les deux lames séparées sont chargées d'électricité contraire. Reprenant des expériences incomplètes de Libes et de Haüy, il montra que le développement d'électricité par la pression des corps les uns contre les autres est un fait général. Il étudia, dans divers Mémoires, le développement de l'électricité par le contact des solides, des liquides, des gaz, et fit notamment une étude approfondie des effets du frottement sur les métaux. Se servant habilement du galvanomètre, et évitant les effets thermo-électriques, il put faire une classification des métaux d'après la facilité plus ou moins grande qu'ils ont de prendre l'électricité positive ou négative par le frottement.

» Ces phénomènes se rattachent intimement aux actions thermo-électriques. Dès 1823, Becquerel avait étudié, à la suite de Seebeck, qui les avait découverts, les effets électriques produits par la chaleur sur les métaux. Il montra la production d'électricité en chauffant deux portions dissymétriques d'un circuit métallique homogène. Revenant sur ce sujet, en 1830, il classa les principaux métaux dans un ordre déterminé relativement à la thermo-électricité.

» Au même ordre d'idées se rattachent son étude sur la pyro-électricité de la tourmaline et l'invention du *thermomètre électrique*, à l'aide duquel on peut déterminer à distance la température des parties intérieures des ani-

maux et des végétaux sans produire de lésions appréciables, la température des points élevés de l'atmosphère ou des points situés au-dessous du sol à des profondeurs variables.

» D'autre part, Becquerel prit une part active aux discussions qui s'élevèrent, de 1820 à 1830, entre les électriciens, sur la question de savoir si l'origine de l'électricité de la pile était le contact, comme le disait Volta, ou l'action chimique des liquides sur les métaux. Dans une série de Mémoires, publiés à diverses reprises, en 1823, 1824, 1827, 1849, Becquerel fit tous ses efforts, comme de la Rive, son émule, pour soutenir la théorie chimique. Il montra, par des expériences répétées, qu'il y avait de l'électricité développée dans toutes les actions chimiques, et en particulier dans l'action des acides sur les métaux. Il énonça le premier cette loi générale que, lorsqu'un corps se combine avec un autre, celui qui se comporte comme acide rend libre de l'électricité positive, et celui qui agit comme base, de l'électricité négative. A l'aide de l'électroscope de Bohnenberger perfectionné, il montra que les piles produisaient des effets de tension analogues à ceux de l'électricité statique; que les décompositions chimiques produisaient des effets inverses de ceux qui se manifestent dans les combinaisons, et trouva, en un mot, le premier, les lois générales du développement de l'électricité dans les actions chimiques.

» Enfin, en 1829, Becquerel, rendant compte de la diminution graduelle d'intensité dans les piles à un seul liquide, construisit le premier des *piles à courant constant*, d'après le principe, universellement adopté depuis, de deux liquides, tels que l'eau acidulée et le sulfate de cuivre, séparés par une cloison poreuse. Dans le premier plonge un métal attaquable comme le zinc et dans l'autre un autre métal comme le cuivre, sur lequel se dépose le cuivre provenant de la réduction du sulfate par l'hydrogène. Sept ans plus tard, Daniell ne fit que reproduire les couples de Becquerel en améliorant seulement leur forme, et l'on dit depuis : la pile Daniell!... C'est vraiment le cas de rappeler ici le mot du poëte : *Sic vos non vobis...* Mais qu'importe! Becquerel avait incontestablement découvert le principe et l'avait réalisé le premier. Cela suffit à sa gloire.

» Quelques années avant, en 1825, Becquerel avait cherché à déterminer la conductibilité relative des métaux pour l'électricité. Les courants constants n'ayant pas encore été trouvés, la question présentait une grande difficulté; car il fallait se préserver des variations d'intensité des piles dans le cours des expériences. A cet effet, il imagina un instrument nouveau et une méthode d'observation nouvelle. Il eut l'idée d'enrouler, sur le même

cadre d'un galvanomètre, deux fils identiques isolés l'un de l'autre et de comparer deux courants électriques en les faisant passer en sens inverse dans chacun des deux fils : des courants égaux devaient évidemment ramener l'aiguille du galvanomètre au zéro de la graduation. Il créait ainsi le GALVANOMÈTRE *différentiel,* qui a reçu récemment, en *télégraphie,* une application inattendue, et la méthode d'observation, qu'on peut appeler *différentielle,* méthode remarquable, sans cesse employée depuis, qui, par sa rapidité d'exécution, mettait à l'abri des variations d'intensité des piles et donnait une grande sécurité pour les résultats. C'est à l'aide de cet instrument et de cette méthode qu'il put donner un tableau des conductibilités relatives des métaux et qu'il démontra le premier que, dans un circuit fermé parcouru par un courant, l'intensité est la même dans tous les points du circuit, et que le pouvoir conducteur d'un fil métallique est proportionnel à sa section et en raison inverse de sa longueur.

» Nous ne pouvons qu'indiquer ici les principaux travaux de Becquerel ; mais on ne saurait passer sous silence sa *balance électromagnétique,* avec laquelle on détermine l'intensité d'un courant en le faisant passer à travers des hélices, à l'intérieur desquelles se meut un aimant suspendu par un fil de soie au plateau d'une balance. C'était un essai très ingénieux d'évaluer des effets électriques en les transformant en un effet mécanique directement mesurable à l'aide de poids.

» Coulomb avait ouvert cette voie pour l'électrostatique; Becquerel l'ouvrait pour l'électrodynamique; aujourd'hui, qu'il est sans cesse question de mesures électriques évaluées en unités mécaniques ou *absolues,* il ne faudrait pas oublier les tentatives des précurseurs.

» C'est encore Becquerel qui a réuni, sous le nom d'*Electrochimie,* ainsi que l'a justement rappelé M. Fizeau, dans le Discours prononcé sur la tombe de son collègue, un ensemble de phénomènes nouveaux très variés et touchant à la fois à la Physique, à la Chimie, à la Géologie. « Qui n'a » pas admiré, disait M. Fizeau, les expériences élégantes faites avec de » petits éléments de piles à actions lentes et constantes, par lesquelles les » diverses substances sont décomposées, combinées, transportées, prennent » diverses formes de cristaux semblables à ceux de la nature, ou donnent » lieu à des colorations brillantes utilisées dans l'industrie?... » Becquerel chercha à aller plus loin dans cette voie, et il essaya d'appliquer ces procédés au traitement en grand des minerais d'argent, de cuivre, de plomb, etc.... Et actuellement, à l'heure qu'il est, ces procédés vont devenir industriels.

» Élu membre de l'Académie des Sciences en 1829, en remplacement de Lefèvre-Gineau; honoré en 1837 de la médaille de Copley, décernée par la Société royale de Londres, Becquerel fut nommé, en 1838, professeur de Physique au Muséum d'Histoire naturelle; il y fonda un enseignement nouveau dans lequel il développa, pendant près de quarante années, des applications variées de la Physique à l'Histoire naturelle des animaux, des végétaux et des minéraux. C'est là qu'il a travaillé, c'est là qu'il faisait, dans les dernières années de sa vie, ses belles recherches sur les phénomènes électrocapillaires, qui touchent à la mécanique moléculaire, et où il mettait en évidence les actions de forces infiniment petites; c'est là qu'il est mort, à quatre-vingt-dix ans, laissant dans la Science un nom honoré et, dans sa famille, une tradition scientifique dignement continuée.

» Telle fut, messieurs, la seconde partie de cette vie si pleine; mais, quels qu'en soient les mérites et l'éclat, gardons-nous bien d'oublier la première.

» Le maître éminent qui a conçu et exécuté cette belle statue ne l'a pas oubliée et, parmi les accessoires qui rappellent aux yeux de tous les titres scientifiques de Becquerel à la reconnaissance publique, il a placé le gabion du sapeur du génie; le sculpteur a tenu à rappeler qu'avant d'être un savant, Becquerel fut un soldat.

» En 1806, à dix-huit ans, il entrait à l'École Polytechnique; il en sortait en 1808 dans le génie militaire, au moment où Napoléon, qui appelait l'École sa *poule aux œufs d'or*, commençait, semblable à l'homme de la fable, à la saigner aux quatre veines et en dispersait les poussins sur tous les champs de bataille de l'Europe, depuis l'Autriche jusqu'au Portugal!

» Il ne resta qu'un an à l'École d'application : on avait trop besoin d'officiers du génie; il partit pour l'Espagne, en cette qualité, à vingt et un ans. Là, pendant quatre ans, il assista à tous les épisodes de cette lutte sanglante. Sous les ordres du général Rogniat, il prit part notamment aux sièges de Tortose, de Tarragone, de Valence et, au siège de Sagonte, il monta à l'assaut le premier.

» Revenu en France en 1812, il fut nommé, en 1813, inspecteur des études à l'École Polytechnique; mais il n'y resta qu'un an. L'Empire s'affaissait; le pays était envahi au sud et à l'est; l'homme dont l'ambition démesurée avait causé ce désastre défendait bien le territoire pas à pas, avec une poignée d'hommes et en déployant toutes les ressources de son génie; mais c'était la fin! Becquerel fit énergiquement son devoir dans

cette héroïque épopée de 1814 : comme ses élèves de l'Ecole, il prit part à la défense de Paris. En vain! la terrible partie était trop inégale : Becquerel fut parmi les vaincus; mais, du moins, suivant une tradition nationale, il contribua glorieusement à sauver l'honneur!

» A la chute de l'Empire, il était chef de bataillon et décoré de la Légion d'honneur; il avait vingt-sept ans; une brillante carrière était ouverte devant lui; il y renonça volontairement pour se consacrer aux études scientifiques. Le pays n'y perdit rien; il lui en doit, au contraire, une double reconnaissance.

» Quant à l'Ecole que j'ai l'honneur de représenter ici, où l'on enseigne, par la parole et par l'exemple, que la première vertu d'un citoyen est le patriotisme, j'apporte en son nom, à Becquerel, un double hommage : l'un au savant électricien dont les découvertes devenues classiques honorent le pays; l'autre au vaillant soldat qui, aux heures sombres de l'invasion, défendit énergiquement et sans défaillance le sol sacré de la patrie! »

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE. — *Sur une question de principe qui se rapporte à la théorie du choc des corps imparfaitement élastiques.* Note de M. H. RESAL.

« Navier paraît être le premier (p. 121 du Tome I[er] de l'*Architecture de Belidor*, édition de 1819) qui ait cherché, en ayant recours à une hypothèse, à faire intervenir dans le calcul le degré d'élasticité de deux corps choquants, en se restreignant toutefois au cas du choc direct. Poncelet, dans ses Leçons lithographiées de l'École d'Application de l'Artillerie et du Génie, a reproduit, dans une Note, cette hypothèse sur laquelle Navier n'a pas jugé à propos de revenir dans ses Leçons à l'École des Ponts et Chaussées, publiées en 1838.

» Soient

M, M' les masses respectives du corps choquant et du corps choqué;

V_0, V'_0 leurs vitesses avant le choc;

V, V' leurs vitesses après le choc;

$U = \frac{MV + M'V'}{M + M'}$ leur vitesse commune à l'instant de la plus grande compression.

» Voici en quoi consiste le raisonnement de Navier :

» Si les deux corps étaient complètement dénués d'élasticité, la perte de vitesse éprouvée par M serait $V_0 - U$; mais les ressorts élastiques restituent en sens inverse la vitesse $n(V_0 - U)$, n étant un coefficient dépendant de la nature des deux corps, qui serait égal à zéro pour des corps mous et à l'unité pour des corps parfaitement élastiques. On a ainsi

$$(1) \qquad V = U - n(V_0 - U) = V_0 - \frac{(1+n)M'}{M+M'}(V_0 - V'_0)$$

et de même

$$(1') \qquad V' = U - n(V'_0 - U) = V'_0 - \frac{(1+n)M}{M+M'}(V'_0 - V_0).$$

» On déduit de là, pour la force vive perdue après le choc,

$$(2) \qquad MV_0^2 + M'V_0'^2 - MV^2 - M'V'^2 = (1-n^2)\frac{MM'}{M+M'}(V_0 - V'_0)^2.$$

» La force vive due aux vitesses perdues, que Navier n'a pas considérée, est

$$(3) \qquad M(V_0 - V)^2 + M'(V'_0 - V')^2 = (1+n)^2\frac{MM'}{M+M'}(V_0 - V'_0)^2.$$

Le rapport entre la force vive perdue et cette expression est

$$(4) \qquad \varepsilon = \frac{1-n}{1+n}.$$

» Je dois avouer que le raisonnement de Navier, qui laisse quelque peu à désirer, vient seulement de me tomber sous les yeux, et que la Note du Cours lithographié de Poncelet m'avait complètement échappé.

» Mais, dès 1855, dans mes Leçons à la Faculté des Sciences de Besançon, j'avais admis en principe que, abstraction faite du frottement, la perte de force vive éprouvée dans le choc de deux corps imparfaitement élastiques, quelles que soient leur forme et la manière dont le choc a lieu, est égale à la force vive due aux vitesses perdues [1] multipliée par un coefficient ε dépendant de la nature des deux corps, ε étant égal à zéro ou à l'unité dans les hypothèses où les corps seraient parfaitement élastiques ou complètement dénués d'élasticité.

---

[1] Il ne faut pas perdre de vue que le théorème de Carnot, établi seulement dès l'origine dans le cas du choc direct, a été généralisé par Navier.

» J'étais arrivé, dans le cas du choc direct, aux deux formules suivantes, reproduites en 1873 dans le Tome I de mon *Traité de Mécanique générale:*

$$(5)\qquad \begin{cases} V = V_0 - \dfrac{2M'(V_0 - V'_0)}{(M+M')(1+\varepsilon)}, \\[2mm] V' = V'_0 - \dfrac{2M(V'_0 - V_0)}{(M+M')(1+\varepsilon)}, \end{cases}$$

formules qui ne diffèrent en rien de (1) et (1′), en ayant égard à la relation (4).

» En fait d'expériences précises sur le choc des corps imparfaitement élastiques, je ne connais que celles de Coriolis (*Théorie mathématique des effets du jeu de billard,* p. 89) sur le choc direct d'une queue de billard suspendue par des fils, contre une bille en repos suspendue de la même manière. On avait $M = 3M'$, $V'_0 = 0$, $V_0 \leqq 2^m,80$, et l'on a trouvé

$$(6)\qquad V = \frac{7}{12}V_0, \quad V' = \frac{5}{4}V_0.$$

» Les formules (5) donnent alors l'une et l'autre, et très exactement,

$$\varepsilon = \frac{1}{5}, \quad \text{d'où} \quad n = \frac{2}{3}.$$

» Il y a donc là une coïncidence qui semble justifier l'hypothèse de Navier, qui revient à la mienne dans le cas du choc direct. Il serait désirable que d'autres expériences fussent faites sur des corps de diverses natures, en suivant la voie tracée par Coriolis.

» Jusqu'à nouvel ordre, je crois que l'on peut établir l'équation relative à la nature de deux corps choquants de forme quelconque, quelle que soit la manière dont le choc a lieu, en exprimant que la perte de force vive se compose de deux termes, l'un proportionnel à la force vive due aux vitesses perdues, représentant le double du travail moléculaire intérieur produit, et l'autre égal au double du travail du frottement. L'évaluation de ce second terme présentera, en général, de grandes difficultés. Je reviendrai sur ce sujet dans une autre Communication. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Des éclosions de la peste dans le Kurdistan, pendant les douze dernières années.* Note de M. **J.-D. Tholozan**, transmise par M. Larrey.

« Les résultats fournis par l'observation des points d'éclosion de la peste, à notre époque, diffèrent complètement des données que la Science

admettait, il y a une vingtaine d'années; aussi est-on autorisé à dire aujourd'hui que c'est sur des bases nouvelles qu'il faut édifier la théorie de l'origine et de la propagation de ce fléau. Rien dans les faits actuels ne ressemble à ce que nous ont enseigné nos devanciers. On croyait la peste originaire d'Égypte ou de Constantinople, et, dans les nombreuses épidémies qui ont eu lieu depuis vingt-quatre ans, aucune manifestation de ce genre n'est venue troubler le calme des esprits. On admettait comme un dogme que les différents foyers pestilentiels procédaient tous, par voie de transmission, d'un foyer unique et primitif, et, dans aucune des épidémies auxquelles nous venons de faire allusion, la transmission à grande distance n'a pu être démontrée. Tout s'accorde, au contraire, pour faire penser qu'aucune contamination de ce genre n'a eu lieu.

» Est-ce au progrès de l'hygiène publique, en Orient, que sont dues les différences que nous observons actuellement? Un examen attentif des conditions dans lesquelles vit, jusqu'à présent, la population pauvre, en Égypte et en Turquie, démontre que ce ne sont pas les causes *banales*, sur lesquelles l'hygiène peut avoir prise, telles que l'encombrement, la misère, la malpropreté, l'humidité, qui manquent là pour donner naissance au fléau. Est-ce à un système quarantenaire mieux entendu que l'on doit la limitation du mal à des foyers tous éloignés de l'Europe occidentale et la plupart très restreints? J'ai démontré, il y a deux ans (¹), qu'il n'en était pas ainsi, et les partisans les plus autorisés des quarantaines n'ont pu élever, jusqu'à présent, aucune objection contre mes affirmations. On est donc porté forcément à penser que les idées admises doivent être soumises, dans un avenir très prochain, à une revision complète. En attendant, il est nécessaire de recueillir encore les faits nouveaux, et surtout de les relater sans parti pris, sans idée préconçue d'une théorie qui sortira d'elle-même d'observations nombreuses plus précises que celles des siècles passés. C'est dans cette vue que je demande à l'Académie la permission de l'entretenir aujourd'hui des éclosions de peste qui se sont montrées, dans le Kurdistan persan, depuis une douzaine d'années.

» La peste avait complètement disparu du Kurdistan depuis la grande épidémie de 1831-32, quand elle se montra dans la partie septentrionale de ce pays, au sud du lac d'Ourmiah, dans le territoire habité par la grande tribu de Mukri, entre les rivières Djagatou et Tataou. Cette première éclosion eut lieu à la fin de l'année 1870; elle se prolongea jusque dans l'été

(¹) *La peste en Turquie dans les temps modernes.*

de 1871, s'étendit, du nord au sud, à 18 villages et à la petite ville de Baneh, en causant, en tout, de 800 à 900 décès.

» Le réveil des germes, ou leur seconde éclosion, n'eut pas lieu avant la fin de 1877. A cette époque, à la même date, presque jour pour jour, qu'à la fin de 1870, la peste éclata à Agtchéheivan, grand village situé sur la rive gauche du Djagatou, l'un des deux premiers foyers de 1870. Il y eut 32 maisons atteintes sur 100, 200 à 300 cas de peste et 107 décès. La maladie se déclara aussi dans 3 ou 4 villages voisins.

S'il y a un grand intérêt, au point de vue étiologique, à noter le retour de la peste en 1878 et son début dans la même localité qu'en 1871, il n'est pas moins important de remarquer que vers la même époque, du 15 janvier au 1er mars, la peste se montra aussi dans le Kurdistan en dehors du pays de Mukri, à 12km de Hubathou et à 84km au nord de Sehna, dans le village de Karakoul, où elle affecta d'abord la forme pneumonique. Sur 100 maisons, 20 furent attaquées, et il y eut 60 décès. Dans un petit nombre de cas, les ganglions axillaires et inguinaux s'enflammèrent. Trois hameaux voisins de Karakoul furent aussi affectés.

» De ce que la peste s'est montrée, en 1871 et 1878, dans quelques localités du Kurdistan, j'entends déjà les contagionistes exclusifs parler de la permanence et de la diffusion de cette maladie en Perse. Or, il n'y a eu jusqu'ici ni diffusion, ni permanence. J'ai pris toutes les mesures voulues pour mettre hors de doute ces deux faits. Le fléau a éclaté aux époques que j'ai indiquées, seulement dans les localités mentionnées, et il en a disparu complètement après une courte évolution épidémique dont le début et la fin ont été bien accusés. Il y a eu des foyers de peste dans les points et dans les temps indiqués; en dehors de là, la constitution médicale est restée indemne, complètement indemne de peste dans tout le reste du Kurdistan et dans les pays environnants.

» Il me reste à parler des évènements de l'année actuelle. Ils sont encore une vérification complète des idées que j'ai émises sur l'indépendance de la plupart des foyers de peste, observés de nos jours, les uns des autres, sur le peu de tendance de la maladie à se propager en dehors d'un petit nombre de localités et sur la durée limitée de ces épidémies, même dans leur forme pneumo-bubonique la plus grave.

» Guerguer est un petit village du Kurdistan, situé à 48km au nord de Sehna, sur la route qui va de l'Azerboïdjan à Kermanchah et à Bagdad. Le 2 novembre 1881 la peste s'y déclara; elle dura quarante-trois jours et donna lieu à 58 décès sur 286 habitants. La maladie présenta, dans la

plupart des cas, la forme pneumonique. Huit personnes seulement guérirent; sur celles-là les bubons caractéristiques se montrèrent du troisième au quatrième jour.

» Le second et le troisième foyer de 1882 se formèrent dans le pays de Mukri, mais cette fois en dehors de l'interamnis du Djagatou et du Tataou :

» 1° Le village de Mansour, appelé aussi Hadji-Hassein, est situé dans un terrain marécageux, à 30^{km} à l'est de la ville de Sooudjeboulak et à 9^{km} à l'ouest de celle de Miandoâb. La population de cette localité avait souffert beaucoup dans la guerre des Kurdes, en 1880; le village avait été pillé et brûlé; des cadavres d'hommes et d'animaux avaient, à cette époque, empesté l'atmosphère. La population, décimée l'hiver précédent par la guerre, la famine, le typhus, la dysenterie, creusa en automne 1881, pour elle et pour ses troupeaux, des galeries souterraines dans le flanc d'une colline et s'installa dans ces abris étroits et improvisés. Telles sont les conditions dans lesquelles parut la peste vers le 20 novembre 1881.

» Les symptômes furent les mêmes que ceux du village de Guerguer. La maladie dura jusqu'au 15 janvier 1882, et sur 300 habitants causa 40 décès.

» 2° Le second foyer ne fut peut-être qu'une émission de celui dont nous venons de parler; mais aucun fait n'a pu être recueilli en faveur de l'idée de cette propagation.

» 3° Ouzounderré est situé à 12^{km} au sud-est de Sooudjboulak; la peste y débuta le 20 février; sur les cinq premiers cas, accompagnés de bubons, il n'y eut que deux décès. Puis le fléau revêtit la forme pneumonique grave, dans laquelle les bubons se montrèrent assez rarement.

» Le 15 avril, toute la population avait quitté le village et s'était établie sous la tente, isolée complètement des populations voisines par les soins intelligents du gouverneur. Le 12 mai, la peste avait complètement terminé son cours. Sur 524 habitants, il y eut 259 cas et 155 décès. Cette peste ne se montra qu'après le développement complet d'une épizootie très grave sur les bœufs et les moutons. Les cadavres de ces animaux avaient été abandonnés en plein air à côté des habitations; quelquefois même on égorgea les bêtes les plus grasses, avant leur mort, et l'on se nourrit de leur chair.

» L'enseignement épidémiologique le plus important à tirer des faits que je viens de relater est celui que j'ai déjà fait ressortir en 1874 [1],

---

(1) *Histoire de la peste bubonique en Perse*, p. 23 et 24.

à savoir que le nord et le nord-ouest de la Perse sont les parties de ce royaume dans lesquelles les épidémies de peste sont moins rares. Les faits du XVIe, du XVIIe et du XVIIIe siècle concordent, sous ce rapport, avec les observations plus détaillées, et par conséquent plus explicatives, de notre époque. Ils montrent que dans le Kurdistan, et en particulier dans le pays de Mukri, l'éclosion spontanée de la peste a lieu après certaines longues périodes d'immunité absolue. Les foyers limités, ainsi formés, se répètent à de courts intervalles dans la même localité ou dans des localités voisines. Ne deviennent-ils jamais susceptibles de prendre une grande extension? Cela paraît avoir eu lieu une fois en 1830-31; mais dans ces années, comme je l'ai démontré [1], la peste existait déjà dans la Transcaucasie et en Arménie. Le foyer du Mukri ou des environs, si à cette époque il y eut là un foyer primitif, a dû être renforcé par les foyers des pays voisins, turcs et russes, et cela a dû multiplier singulièrement les chances de contagion. Du reste, dans la production des grandes épidémies, n'y a-t-il qu'un facteur à l'œuvre, le hasard de la contagion? N'y a-t-il pas, dans les contrées atteintes, des conditions d'aptitude spéciale qui se produisent lentement et sourdement au sein des populations? Ces questions, et beaucoup d'autres encore, d'une importance capitale, restent sans réponse. Je dirai de plus qu'elles ne sont pas même à l'étude, vu l'espèce de défaveur, ou du moins d'indifférence, qui plane toujours sur les recherches qui pourraient conduire à des résultats contraires aux théories régnantes. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Possibilité d'introduire un tube dans le larynx sans produire de douleur ou une réaction quelconque.* Note de M. **Brown-Séquard.**

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

« Dans cette brève Communication, je désire prendre date de la découverte des faits suivants. Si, après avoir ouvert l'arrière-bouche, sur des mammifères, par une incision entre un des côtés de la base de la langue et l'angle de la mâchoire, de manière à avoir sous les yeux l'épiglotte, le bord supérieur du larynx et la glotte, je fais arriver sur ces parties un courant

---

[1] *Histoire de la peste au Caucase, en Arménie et en Anatolie*, 1876.

très rapide d'acide carbonique, je trouve, au bout d'un temps variable (de quinze secondes à deux ou trois minutes) que la sensibilité si exquise de la muqueuse laryngée est complètement perdue et qu'il est possible conséquemment d'introduire un tube (et même un doigt, chez un gros chien) dans la cavité du larynx, de l'y tourner et de l'y retourner sans produire de réaction. J'ai fait cette expérience chez des cobayes, des lapins et des chiens. Chez tous le résultat général que j'ai signalé a été obtenu.

» Le contraste entre l'état normal du larynx et l'état d'anesthésie de cet organe, après son exposition à l'influence de l'acide carbonique, est extrêmement remarquable. On sait qu'il est impossible de toucher, de titiller la muqueuse laryngée sans produire des effets réflexes très marqués. La glotte se contracte spasmodiquement et le larynx tout entier se soulève avec violence. Lorsqu'on produit l'irritation de cet organe à l'aide d'un courant d'acide carbonique ou par des vapeurs de chloroforme, on constate une agitation générale très vive en outre des réactions locales. Ces deux agents anesthésiques agissent presque également à cet égard et irritent d'abord très violemment. Tout au contraire, lorsqu'on a soumis le larynx, pendant quelque minutes, à l'influence de l'un des deux, mais surtout à celle de l'acide carbonique, on constate que la puissance irritatrice de l'un ou de l'autre sur cet organe est devenue nulle.

» Cette anesthésie locale [qui, du reste, s'accompagne d'une anesthésie générale incomplète (1)] ne disparaît guère qu'au bout de plusieurs minutes (de deux à huit) après la cessation de l'irritation du larynx par l'acide carbonique. Dans l'espace de quelques heures, j'ai pu répéter cette expérience nombre de fois, chez un même animal, et j'en ai toujours obtenu le même résultat quant à l'anesthésie du larynx et à la possibilité d'introduire, sans résistance et sans réaction d'aucune espèce, un tube dans le canal laryngé et trachéal.

» J'ai laissé survivre nombre d'animaux ayant été soumis à ces expériences. Aucun mauvais effet local ou général dépendant de l'acide carbonique ou de l'irritation mécanique du larynx ou de la trachée ne s'est

---

(1) On sait depuis longtemps, par les intéressantes recherches de M. Ozanam et celles surtout de MM. Lallemand, Perrin et Duroy, que l'inhalation de l'acide carbonique peut donner lieu à de l'anesthésie générale. Je dois dire que, dans certaines expériences où j'ai évité de produire de l'anesthésie générale, j'ai pu faire perdre au larynx, mais incomplètement, sa sensibilité. Du reste, il est bien connu que l'acide carbonique peut produire de l'anesthésie locale sur plusieurs autres muqueuses.

montré chez eux. J'ai aujourd'hui trois chiens sur lesquels ces expériences ont été faites et qui ont reçu une énorme quantité d'acide carbonique, soit sur la glotte, soit à travers elle, dans la trachée : ils paraissent être en excellente santé. L'un d'eux a été opéré il y a onze jours, un autre il y a six jours et le troisième avant-hier.

» Je ne veux pas examiner aujourd'hui les particularités de ces recherches ni les applications à la thérapeutique que l'on pourrait en faire. Avant de s'occuper de ces applications, il importe de faire chez l'homme des expériences démontrant positivement l'innocuité de l'entrée par la bouche ou la narine d'une quantité très considérable d'acide carbonique. A part les quelques effets bien connus de ce gaz, tels que céphalalgie, vertiges, etc., des expériences que j'ai faites sur moi-même, en 1871, établissent déjà qu'un courant très rapide de cet agent peut être reçu dans l'arrière-bouche sans produire d'effets dangereux. Mais il est essentiel de reprendre ces recherches au point de vue nouveau de la production de l'anesthésie dans la muqueuse laryngée. C'est ce que je me propose de faire très prochainement. »

CORRESPONDANCE.

S. M. l'Empereur du Brésil adresse à l'Académie la dépêche suivante :

« Rio, 12 septembre, $6^h 10^m$.

» Note Observatoire. — Brillante Comète. — Matin, position estimée : Ascension, 10^h; déclinaison, 2° sud. Probable comète Pons attendue.

» D. Pedro de Alcantara. »

ASTRONOMIE. — *Sur une comète observée à Nice.* Note de MM. Thollon et Gouy, présentée par M. Mouchez.

« Le 18 septembre, à midi, en masquant le Soleil par un écran et en examinant son voisinage pour constater la pureté de l'atmosphère au mont Gros, nous vîmes avec surprise une belle comète tout près du Soleil. Ne disposant d'aucun instrument de position, nous nous sommes attachés, ce jour-là et les jours suivants, à étudier les caractères physiques de cet astre.

» Le 18, la position approchée était de 3° à l'ouest du Soleil. La comète était brillante et très visible à l'œil nu en masquant les rayons directs du Soleil. La chevelure et la partie de la queue visible à l'œil nu avaient une

longueur d'à peu près 20'. Leur contour extérieur affectait la forme d'une demi-ellipse, d'une excentricité égale à 4 environ, et le noyau, très brillant et assez gros, occupait une position intermédiaire entre le sommet et le foyer.

» Nous nous sommes occupés, pendant toute l'après-midi du même jour, d'en étudier le spectre. Nous avons fait usage pour cela de la lunette horizontale disposée à l'Observatoire pour les études spectroscopiques. L'objectif a 9 pouces ($0^m,244$) d'ouverture et 6^m de distance focale; le miroir plan est tout semblable aux sidérostats de la Commission de Vénus. L'image de la comète était reçue sur la fente d'un spectroscope chimique de Steinheil, muni d'un prisme de 60° en flint très dispersif. Quoique opérant en plein jour, le spectre de la comète était très vif; il avait pour caractère essentiel la présence des raies brillantes du sodium.

» On voyait tout d'abord dans le champ de l'instrument un spectre assez apparent donné par la lumière diffuse de notre atmosphère, où se distinguaient les raies de Fraunhofer. Sur ce spectre se détachait nettement un spectre continu, étroit et beaucoup plus brillant, donné par le noyau de la comète. D'après sa hauteur, nous avons évalué le diamètre apparent du noyau à 15" environ. Ce spectre s'étendait très loin dans le violet.

» Les raies brillantes du sodium D_1 et D_2 étaient données à la fois par le noyau et par les parties voisines. D'après leur longueur, nous avons évalué à 1',5 le diamètre apparent de la portion de la comète qui les rendait visibles. Elles n'étaient ni diffuses, ni élargies, mais fines et parfaitement séparées, et extrêmement brillantes surtout dans le spectre du noyau. Elles avaient toutes deux à peu près le même éclat; néanmoins la plus réfrangible paraissait un peu plus brillante, et elles étaient, en somme, tout à fait comparables, pour l'éclat et les caractères essentiels, aux raies données par une flamme moyennement chargée de sodium [1]. Leur identité ne peut laisser aucun doute; car, en outre des caractères que nous venons d'indiquer, nous avions comme repères de position les raies de Fraunhofer D_1 et D_2 données par le spectre de la lumière diffuse. Nous avons constaté que

---

[1] D'après les expériences antérieures de l'un de nous, le rapport de l'éclat des deux raies du sodium est de 2 exactement pour les flammes chargées d'une très petite quantité de sodium, et, quand cette quantité augmente, ce rapport diminue d'abord rapidement, pour rester ensuite compris entre 1,4 et 1,3. Ce dernier chiffre se rapporte à des flammes très chargées, et donnant des raies très élargies. La raie la plus réfrangible est toujours la plus forte. [Gouy, *Recherches photométriques sur les flammes colorées* (*Annales de Chimie et de Physique*, 1879).]

les raies brillantes de la comète ne se superposaient pas exactement aux raies de Fraunhofer, mais se trouvaient toutes deux déplacées vers le rouge d'une même quantité très petite, égale peut être à $\frac{1}{4}$ ou $\frac{1}{5}$ de l'intervalle entre D_1 et D_2. Nous en avons conclu que la comète s'éloignait de la Terre en ce moment. Nous nous proposions de mesurer ce déplacement le jour suivant, et nous avions disposé à cet effet un spectroscope plus puissant, mais l'état du ciel ne nous l'a pas permis.

» Aucune partie de la comète ne nous a montré les bandes du carbone ni aucune bande ou raie autre que celles du sodium, peut-être à cause de la lumière diffuse qui aurait pu masquer des bandes de faible éclat.

» Le 19 au matin, nous avons revu la comète. Sa forme générale était plus allongée, le noyau plus petit et tout aussi brillant que la veille, la queue plus longue et toujours directement opposée au Soleil. La distance au Soleil a paru doublée, toujours du côté de l'Ouest. Le ciel, déjà un peu voilé, s'étant bientôt couvert, nous n'avons pas fait d'autre observation.

» Le 20, ciel couvert. Le 21 au matin, la comète était devenue invisible à l'œil nu; elle a été trouvée avec un chercheur. Elle offrait toujours le même aspect, mais semblait rapetissée, et son éclat était très amoindri. Vu la faible lumière de l'astre et l'état du ciel, nous avons jugé impossible de faire des observations spectroscopiques.

» La singulière analogie qui existe entre le spectre de cette comète et celui de la comète de Wells, observée il y a quelques mois, paraîtra sans doute d'autant plus remarquable que les comètes précédentes n'avaient jamais montré les raies du sodium. »

M. C. Flammarion communique à l'Académie des dépêches de l'Espagne, du Portugal, du midi de la France, de l'Algérie et de l'Italie, l'informant que le dimanche, 17 septembre, à partir de 10^h du matin, le lundi 18, et le mardi 19, une comète très brillante a été observée à l'Ouest du Soleil. Elle était visible à l'œil nu en plein midi. La distance a été estimée le 17 à $1^\circ,5$, le 18 à 3° et le 19 à 6°. Pendant ces trois jours elle est restée dans la direction Ouest du Soleil. On distinguait une queue dirigée à l'opposite du Soleil.

» Voici les plus importantes de ces dépêches :

Jaen (Andalousie), le 18, $8^h 16^m$ matin.

Comète visible à l'œil nu en plein jour, vers 3° du Soleil, à l'Ouest. Balguelas.

Tortosa, le 18, 3^h soir.

Grande Comète. Brille près du Soleil, à 3° à l'Ouest. Landerer.

Linarès, le 18, 8h soir.

Aujourd'hui, observé comète en plein jour dans le voisinage immédiat du Soleil.

J.-M. Nino.

Nice, le 18, 11h soir.

Toute la ville a admiré aujourd'hui, pendant cinq heures, un astre nébuleux brillant vers 3° à l'ouest du Soleil.

Brun.

Reus, le 18, minuit.

Le dimanche, 17, à 10h du matin, les habitants s'arrêtaient avec étonnement sur les places pour admirer la comète, visible près du Soleil vers 1°,5 à l'Ouest. Elle était si brillante qu'on l'apercevait à travers de légers nuages. En l'examinant à l'aide d'une jumelle munie d'un verre noir, on distinguait la queue qui s'allongeait en s'élargissant.

Jaime Pedro y Ferrer.

Carthagène, 19 septembre.

Magnifique comète vue de 10h à 2h au sud-ouest du Soleil. Longue queue. Noyau plus grand qu'une étoile de 1re grandeur. Aujourd'hui elle plane vers 6°.

J.-N. Belmonte,
Directeur du Collège polytechnique.

Alger, 19 septembre.

Comète inattendue en plein midi, près du Soleil, hier et aujourd'hui.

Joseph Grave.

Imola (Italie), le 25 septembre.

Ce matin, à 4h45m, j'ai aperçu une très belle comète visible à l'œil nu malgré l'aurore. Elle plane dans la constellation de la Vierge. La longueur de la queue égale la distance de Sirius à $\varkappa$ d'Orion.

Luciano Toschi.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur une observation de la grande comète de 1882, vue en ballon.* Note de M. **W. de Fonvielle.**

« Voyant que la nuée épaisse qui couvrait le ciel de Paris ne s'éclaircissait pas, je pris la résolution d'exécuter une ascension aérostatique, pour atteindre le ciel pur et observer la comète signalée par M. Thollon. Mais, craignant que ma vue ne fût point assez perçante, je me déterminai à me faire remplacer par M. Maurice Mallet : je lui donnai pour instruction de prendre des mesures d'angles, en s'aidant de la rotation du ballon et de règles graduées, et aussi de dessiner le paysage céleste, en gardant fidèlement les proportions. Je lui conseillai de prendre pour unité le diamètre apparent du Soleil, tel qu'il est apprécié par l'observateur : j'ai

fait des expériences qui me portent à conclure que cette quantité angulaire dépasse très sensiblement 1°, surtout quand on est dans un air raréfié où, le ciel devenant sombre, le diamètre apparent doit se distendre, par un effet d'irradiation.

» L'ascension a été exécutée vendredi dernier, à l'usine à gaz de la Villette. Il était 9^h du matin. La terre était couverte de deux couches superposées de nuages. La plus élevée, qui avait une épaisseur d'environ 200^m et planait à une hauteur d'environ 1500^m, était la seule qui offrît quelque particularité intéressante. Elle était constituée par des cumulus flottant dans la direction du sud-ouest au nord-est et formés de longs filaments blanchâtres. Ces cumulus, comme il arrive souvent en été, semblaient plus hauts que larges.

» L'atmosphère était d'une limpidité parfaite; le Soleil était très ardent. Il était $10^h 45^m$, lorsque M. Mallet a pénétré dans cette région lumineuse. Il est resté pendant plus d'un quart d'heure sans apercevoir la comète, quoiqu'il la cherchât dans la direction que je lui avais indiquée, en m'aidant des renseignements recueillis à l'Observatoire.

» Mais, comme l'aérostat se trouvait dans un air dont la température propre était de 5° seulement, et qu'il était échauffé par les rayons d'un soleil ardent, il montait toujours. L'illumination générale de l'atmosphère diminuait, la lumière éblouissante réfléchie par les nuées devenait moins vive. En conséquence, à 11^h, M. Mallet put commencer à voir la comète, et il parvint à exécuter sur place le dessin que j'ai l'honneur de joindre à cette Note.

» Comme il est facile de le voir, le diamètre de la comète est d'environ $\frac{2}{10}$ de celui du Soleil. La distance du centre de la comète au centre du Soleil est d'environ 2,3 diamètres subjectifs du Soleil. L'angle que fait la ligne des centres des deux astres avec le diamètre horizontal du Soleil est d'environ 57°.

» Les dimensions de la nacelle étaient si petites, que M. Mallet était obligé de se cramponner d'une main au cercle dont il se servait comme d'un écran, et que, sous peine de s'exposer à perdre l'équilibre, il ne pouvait travailler que d'une main. Il lui fut donc impossible, comme cela aurait été facile dans un grand ballon, de se servir de mes instruments improvisés, destinés à servir de stadia. Cependant, il fut assez habile pour employer une des cordes de la nacelle, afin de déterminer la hauteur angulaire de la comète au-dessous de l'horizon du ballon. En plaçant son œil à une distance horizontale de $0^m,30$ du cordage, il trouva que le point

correspondant à la comète était à $1^m,71$ du fond de la nacelle; comme son œil était à $1^m,57$ du même plan, la tangente de l'angle cherché était donc de $\frac{24}{30}$.

» Reste à décrire l'aspect de la queue. La sphère cométaire était pénétrée par un cône isoscèle, symétriquement placé sur la ligne des centres, pénétrant jusqu'aux trois quarts de son plan méridien vertical. La longueur de l'apothème de ce cône était environ un rayon solaire, et la surface lumineuse s'estompait pour ainsi dire sur le bleu du ciel, avec lequel elle se confondait. Le diamètre de la base du cône était moitié de sa hauteur. »

GÉOMÉTRIE. — *Description du dodécaèdre régulier complet.* Note de M. **Em. Barbier.**

« 1. n points numérotés, joints consécutivement par n droites qui vont d'un point au suivant et du dernier au premier, sont dits les sommets de la ligne polygonale fermée qui a les n droites pour côtés.

» 2. Les n points sont-ils dans un même plan, les côtés de la ligne polygonale deviennent les côtés d'un polygone.

» 3. Supposons que nos n points partagent une circonférence de cercle en parties égales; le polygone pourra être régulier de première espèce, c'est-à-dire convexe, ou d'espèce supérieure, c'est-à-dire étoilé; ou non régulier : il ne peut être question de son espèce.

» 4. Poinsot a traité admirablement des polygones réguliers, étoilés ou non; l'élégant géomètre a mis quatre polyèdres étoilés dans l'écrin de la science, qui ne peut s'enrichir désormais d'aucun nouveau polyèdre régulier.

» 5. Cauchy d'abord, et M. J. Bertrand, d'une manière plus accessible, ont établi qu'il n'y a que neuf polyèdres : les cinq anciens et les quatre nouveaux découverts par Poinsot.

» 6. Cauchy a suivi l'idée d'évaluer l'aire d'un polygone étoilé, de manière à compter double le noyau d'un polygone étoilé de seconde espèce. De là, à mon grand regret, des noms contradictoires de ceux qu'avait judicieusement choisis Poinsot pour les dodécaèdres réguliers à faces étoilées. Je désire que ma Note serve à faire disparaître ce défaut de la doctrine qui voudrait suivre les deux maîtres. Un mot encore et je décris les dodécaèdres réguliers.

» 7. Un polygone ou un polyèdre ne peut, en général, coïncider avec une figure égale que d'une seule manière; mais une figure régulière peut

coïncider avec un polygone ou polyèdre égal d'autant de manières qu'il y a d'unités dans le double du nombre des côtés ou arêtes. Il s'ensuit que *tout polygone ou polyèdre unique bien déterminé par un polygone ou polyèdre régulier donné, ayant n côtés ou arêtes, doit avoir n ou un multiple de n côtés ou arêtes.*

» 8. La description du dodécaèdre régulier à faces indéfiniment prolongées nous donne quatre enceintes, que nous désignerons, à partir du noyau (qui est le dodécaèdre des anciens), par D_1, D_2, D_3 et D_4.

» 9. Sur un carré de papier, tracez, à l'aide d'une circonférence partagée en cinq arcs de 72°, un pentagone étoilé P_2, dont le noyau P_1 est un pentagone régulier ayant les mêmes sommets qu'un petit polygone étoilé p_2 dont le noyau est p_1.

» 10. Nous avons pour côtés de nos pentagones les quatre longueurs c_1, c_2, c_3 et c_4 qui font une proportion.

» 11. Découpons les seize pièces qui composent l'étoile P_2; nous obtenons : un pentagone régulier p_1, cinq petits triangles a isoscèles et acutangles (36°), cinq triangles A isoscèles et semblables aux précédents, avec cinq triangles o isoscèles et obtusangles (108°).

» 12. Faites la même chose sur vingt-quatre morceaux de papier; les 24 polygones égaux à p_1, les 120 ailettes a, les 120 triangles o, avec les 120 ailes A, vous permettront de montrer isolées, consolidées par le moyen de bandelettes en papier mince et agglutinatif, toutes les cellules du dodécaèdre régulier formées par *douze plans* que nous prolongeons.

» 13. $12p_1$ forment le *dodécaèdre* D_1, connu avant Poinsot.

» 14. $12p_1$ et 60 ailettes a offrent *douze pyramides pentagonales* qui, accolées au dodécaèdre D_1, forment le dodécaèdre à deux enceintes D_1 et D_2, que l'on peut appeler *dodécaèdre pyramide.*

» 15. Deux ailettes a et deux triangles o font un tétraèdre symétrique, dont deux arêtes opposées c_1 et c_3 sont orthogonales; 30 tétraèdres pareils, accolés à D_2, remplaceront les 30 arêtes c_1 par 30 arêtes c_3 composant les arêtes d'un icosaèdre.

» Il suit de là que l'on peut encore considérer D_3 comme un icosaèdre, dont chaque face serait remplacée par un *creux* formé par trois triangles o. Le dodécaèdre à trois enceintes D_1, D_2 et D_3 offre, à celui qui le tourne entre ses mains, sur chaque pentagone régulier égal à P_1, une belle étoile saillante, d'un remarquable effet décoratif.

» 16. Trois ailes A avec trois triangles o feront une double pyramide, dont l'une disparaîtra dans un *creux* et l'autre formera une pointe saillante

à trois faces. Les vingt creux étant traités de même, nous obtenons la quatrième enceinte D_4, qui complète le dodécaèdre.

» Le dodécaèdre complet (à quatre enceintes) se présente au dehors comme un icosaèdre régulier, dont les faces seraient remplacées par vingt pointes comme des baïonnettes.

» **17.** Chaque *plan* a été coupé par tous ceux qui ne lui sont pas parallèles, puisque nous avons dans chaque face dix lignes d'intersection; donc nous avons toutes les cellules qui viennent du prolongement du noyau dodécaédrique régulier. Il y a quatre dodécaèdres réguliers, ayant une, deux, trois et quatre enceintes, que nous avons obtenues méthodiquement.

» **18.** La différence entre les dénominations de Cauchy et celles de Poinsot exige que les polygones sphériques, suivant lesquels p_1 et P_1 se projettent centralement sur une sphère concentrique aux dodécaèdres réguliers, aient des angles de 120° et de 144° : ce dernier résultat est intéressant.

» **19.** En découpant convenablement et de la même manière 40 triangles équilatéraux, on pourra former les cellules de l'icosaèdre régulier complet, qui s'accolent en formant sept enceintes autour du centre de l'icosaèdre convexe I_1, ce qui n'ajoute que I_7, l'icosaèdre régulier étoilé (à sept enceintes et de septième espèce), à la classe des polyèdres réguliers. »

EMBRYOGÉNIE. — *Sur le développement des Alcyonaires.* Note de MM. **A. Kowalevsky** et **A.-F. Marion**, présentée par M. H.-Milne Edwards.

« Nous avons étudié à Marseille, durant les mois de mai, juin et juillet, l'embryogénie de trois Alcyonidés, dont deux *Clavularia* et un *Sympodium coralloïdes*. La segmentation, qui jusqu'ici n'avait été complètement observée chez aucun Alcyonaire, a été reconnue et suivie dans toutes ses phases sur les ovules pondus par le *Clavularia crassa*. L'œuf fécondé reste quelque temps sans se diviser. A ce moment, les principaux réactifs histologiques (liqueur de Kleinenberg, acide osmique, acide chromique, carmin au borax) sont impuissants à manifester aucun noyau dans son intérieur, tandis que plus tard, alors que la segmentation est achevée, les noyaux des cellules, malgré leur extrême petitesse, se reconnaissent aisément. Les coupes de l'œuf fécondé font distinguer simplement une zone périphérique protoplasmique finement granuleuse et une masse centrale de vitellus nutritif graisseux. Le fractionnement est brusque et d'une nature tout à fait inattendue. Le noyau primitif ne doit pouvoir entraîner, lors

de sa première division, toute la masse du vitellus chargé en substance nutritive, les noyaux dérivés émigrent incontestablement vers la périphérie, comme cela se présente chez divers Crustacés, et ils déterminent, lorsqu'ils sont assez nombreux, un fendillement du vitellus qui s'accentue rapidement en produisant des balles de segmentation pénétrant en coin jusqu'au centre de l'œuf. Il n'y a donc pas de division en deux. L'œuf se montre d'un seul coup fragmenté au moins en six balles. Après cette division, la distinction entre une partie centrale nutitrive et une portion périphérique évolutive persiste dans les balles de segmentation elles-mêmes. Ces premières balles, dont le nombre s'est accru, se divisent transversalement de manière à constituer une couche périphérique de cellules évolutives et un amas central de cellules dans lesquelles le vitellus nutritif prédomine. Les mêmes caractères se montrent encore lorsque, par les progrès de la segmentation, le nombre des cellules a considérablement augmenté. Bientôt les cellules périphériques protoplasmiques se régularisent et forment un feuillet ectodermique bien net. Au-dessous, la couche la plus proche de cellules deutoplasmiques se dispose en un second feuillet, l'endoderme. Le reste des cellules deutoplasmiques occupe encore le centre de l'œuf, mais les contours de ces éléments commencent à s'effacer, et l'on reconnaît bientôt que, frappés de dégénérescence, les noyaux eux-mêmes se détruisent en grand nombre. L'amas de vitellus en réserve diminue assez rapidement et des vides apparaissent de plus en plus vastes au centre de l'embryon qui prend la forme ovoïde. La larve, lorsqu'elle sort de l'œuf avec l'aspect caractéristique, possède encore à ses deux bouts une certaine quantité de globules nutritifs flottant au sein d'un liquide qui occupe toute la cavité. Les cellules endodermiques qui, au début, étaient aussi nettes que celles de l'ectoderme, ont évolué plus lentement, ne se multipliant ni se différenciant autant que celles du feuillet externe. Elles sont chargées de globules gras, ont pris la forme en massue et leurs contours sont devenus un peu confus. La larve se fixe par son gros bout qui était porté en avant durant la vie errante, d'ordinaire assez courte. Le petit bout se déprime peu à peu, forme d'abord une plaque ectodermique au milieu de laquelle s'élève souvent un bouton représentant l'extrémité de la larve, puis s'invagine et constitue le sac œsophagien dont le fond doit se percer pour mettre la cavité mésentérique en communication avec l'extérieur.

» A mesure que ces phénomènes s'effectuent, l'ectoderme s'épaissit par l'apparition d'une couche conjonctive qui deviendra le pseudo-mésoderme.

Une substance primitivement anhyste est sécrétée par les cellules et s'interpose à ces éléments ectodermiques, qui deviennent par cela seul moins pressés. Au-dessous, cette substance conjonctive s'accumule et reçoit dans sa masse des cellules qui se détachent de la couche périphérique. Chez le *Sympodium*, ces cellules migratrices de l'ectoderme donnent précocement naissance dans leur intérieur à de petits noyaux calcaires qui deviennent les sclérites. Ces corpuscules grossissent rapidement, à mesure que la couche conjonctive s'épaissit, tandis que l'ectoderme cellulaire diminue d'importance et ne recouvre plus la zone pseudomésodermique que d'une assise de cellules plates.

» Dans les *Clavularia*, et notamment chez le *Clavularia petricola*, l'ectoderme subit au début des différenciations tout autres. L'apparition des sclérites est tardive. La larve errante possède déjà, par contre, un ectoderme complexe. Des cellules à filaments urticants se sont différenciées dans la portion externe; dans la région profonde, les cellules se prolongent au milieu de la substance conjonctive sécrétée par des filaments qui rappellent les éléments histologiques épithélio-musculaires et épithélio-nerveux des Actiniaires. Les cloisons mésentériques se forment toujours avant le refoulement œsophagien, à mesure que la larve se fixe. Chez le *Sympodium*, elles présentent, dès les premiers temps, une régularité assez grande. Chez le *Clavularia petricola* on voit apparaître au fond de la cavité mésentérique jusqu'à vingt-six cloisons primitives dont l'axe est constitué par des traînées conjonctives rattachées à la base de l'ectoderme. Ce n'est qu'au moment où la bouche se forme que ces cloisons se régularisent; huit d'entre elles croissent rapidement pour aller rejoindre l'œsophage tandis que les autres s'effacent peu à peu.

» A côté du processus embryogénique normal, le *Sympodium* nous a offert des faits du plus haut intérêt qui montrent chez les larves de ces Cœlentérés une remarquable plasticité au cours de leur différenciation morphologique et histologique.

» Nous ne mentionnerons ici que les particularités les plus importantes.

» Dans une même ponte de *Sympodium*, on trouve, à côté des larves normales qui se transforment promptement, des larves à fixation tardive chez lesquelles les cloisons s'ébauchent déjà, tandis que l'état vermiforme persiste. Le caractère le plus curieux de ces larves consiste dans la structure de leurs téguments. Aucun sclérite ne s'est encore formé, mais l'ectoderme s'est différencié à la manière des Clavulaires. Les cellules ont poussé des prolongements musculaires. A la base du pseudomésoderme une couche

fibreuse correspond à une bande musculaire annulaire. De très nombreux plis mésentériques primitifs se sont formés et tout l'endoderme est accompagné d'une couche de fibres musculaires longitudinales. La coupe transverse de ces larves est presque identique à celle d'une Actinie. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur la structure histologique du tube digestif de l'*Holothuria tubulosa. Note de M. **Et. Jourdan**, présentée par M. H. Milne Edwards.

« On trouve dans la plupart des ouvrages classiques, et en particulier dans les *Leçons d'Anatomie comparée* de M. H. Milne Edwards, une description exacte du tube digestif de l'*Holothuria tubulosa*. La structure histologique de cet appareil est cependant peu connue, et, malgré les recherches de Semper et Teuscher, nous croyons devoir faire connaître le résultat de nos observations sur ce sujet.

» Dans toute sa longueur, le tube intestinal est essentiellement constitué par trois couches fondamentales parfaitement distinctes : un revêtement cellulaire externe ou péritonéal, une tunique fibro-musculaire et enfin une couche épithéliale interne.

» *Couche épithéliale externe ou péritonéale.* — Les cellules qui la constituent sont de deux sortes. Les unes sont de simples cellules endothéliales disposées en une seule couche ; leur forme souvent cylindrique et la présence de cils vibratiles les éloignent beaucoup des éléments endothéliaux des Vertébrés. L'aspect de ces éléments varie d'ailleurs avec la région étudiée et avec l'état de contraction ou d'extension de l'intestin.

» Les autres éléments, beaucoup plus rares, appartiennent à ce type cellulaire si curieux désigné par Semper sous le nom de *cellules muqueuses*, et que nous avons déjà décrit dans une Note sur les organes sexuels mâles.

» *Couche musculaire.* — Elle est représentée par des fibres circulaires et par des fibres longitudinales. Les premières constituent une couche musculaire continue et régulière ; les secondes sont au contraire beaucoup plus nombreuses dans la région antérieure de l'intestin que dans l'intestin moyen et postérieur. Ces fibres musculaires sont internes par rapport aux fibres circulaires dans la région œsophagienne ; mais, au niveau de l'origine de l'intestin moyen et dans toute l'étendue du reste du tube digestif, elles occupent une situation différente : elles sont alors situées immédiatement au-dessus de la couche cellulaire péritonéale, c'est-à-dire qu'elles sont externes

par rapport aux fibres circulaires. Ce changement de position est fort remarquable.

» *Couche conjonctive.* — On y distingue une zone externe où les fibres conjonctives, entrecroisées dans toutes les directions, forment une lame serrée et une zone interne où elles sont beaucoup plus lâches. C'est dans cette partie de la tunique fibreuse qu'existent de nombreuses lacunes et que circulent des vaisseaux. On y distingue de nombreux noyaux et des corps granuleux jaunes, semblables à ceux du liquide de la cavité générale.

» *Couche épithéliale interne.* — Cette assise cellulaire offre des différences remarquables suivant les régions. Les éléments qui la constituent sont des cellules épithéliales et des éléments glandulaires appartenant à deux types distincts.

» Les cellules épithéliales possèdent des formes variables suivant les régions. Dans l'intestin antérieur et dans l'intestin moyen, elles sont excessivement longues, affectent la forme d'une mince fibrille et se terminent, à leur extrémité libre, par un plateau épais. Au niveau de l'origine de l'intestin terminal, leur forme change subitement, et elles deviennent alors de véritables cellules cylindriques.

» Parmi les cellules glandulaires, les unes sont caractérisées par leur contenu finement granuleux, les autres ont un protoplasma semblable à celui de ces cellules muqueuses si communes chez les Holothuries.

» Les cellules à contenu granuleux ont toujours une forme ovoïde ou sphérique; elles existent dans l'intestin antérieur et dans la partie antérieure de l'intestin moyen, elles disparaissent ensuite complètement. Les cellules glandulaires que nous avons comparées, à cause de la nature de leur contenu, aux cellules muqueuses de la cavité péritonéale, ont une existence beaucoup plus générale; mais, si la nature de leur protoplasma ne paraît pas changer, leur forme, leur dimension et leur nombre varient beaucoup avec les différentes régions du tube digestif. Ovoïdes et volumineuses au niveau de l'origine de l'intestin moyen, elles prennent bientôt une forme en massue et deviennent alors si nombreuses dans la plus grande partie de l'intestin moyen, que les cellules épithéliales paraissent avoir complètement disparu. On les retrouve enfin dans la partie terminale de l'intestin moyen et dans l'intestin postérieur, sous la forme de cellules sphériques et semblables alors aux cellules à mucus des Vertébrés [1]. »

---

[1] Ce travail a été fait dans le laboratoire de Zoologie marine de Marseille.

CHIMIE ANIMALE. — *Analyse du lait des femmes Galibis du Jardin d'acclimatation.* Note de Mme **Madeleine Brès**, présentée par M. Wurtz.

« J'ai eu l'occasion de faire, à différentes époques, des recherches sur la composition du lait de femme. Au moment de reprendre cette étude, j'ai songé à profiter de la présence des deux femmes Galibis au Jardin d'acclimatation, pour faire l'analyse de leur lait. C'est ce que j'ai pu faire, grâce aux facilités qui m'ont été accordées par le Directeur et le Sous-Directeur de cet établissement.

» Ces deux jeunes femmes sont multipares. L'une allaite son sixième enfant, âgé de trois mois; l'autre, son septième enfant, âgé de deux ans, et chez lequel la dentition est complète.

Analyse du lait de trois mois.

Poids spécifique à 20°	1029,4
Beurre	34,70
Caséine et autres matières albuminoïdes	9,54
Lactose	74,78
Cendres	1,93
Matières fixes en totalité (extrait sec)	120,08

Analyse du lait de deux ans.

Poids spécifique à 20°	1027,85
Beurre	51,96
Caséine et autres matières albuminoïdes	13,12
Lactose	77,70
Cendres	1,62
Matières fixes en totalité (Extrait sec)	144,80

» Tous ces résultats sont rapportés au kilogramme de lait. La méthode suivie pour exécuter ces divers dosages est celle du Dr Adam.

» On remarquera combien ces laits sont riches en beurre et en lactose; la proportion de la caséine y est, au contraire, extrêmement faible. »

La séance est levée à 4 heures un quart. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 4 septembre 1882.

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, publiée par les ordres de M. le Ministre du Commerce, t. XXIII (Ire et IIe Parties); nouvelle série. Paris, Impr. nationale, 1882; 2 vol. in-4°.

Annales de l'Observatoire de Paris, publiées sous la direction de M. le contre-amiral Mouchez. *Observations* 1873. Paris, Gauthier-Villars, 1882; in-4°.

Mémoire sur le groupe nummulitique du midi de la France; par M. Hébert. Lagny, impr. Aureau, 1882; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société géologique de France.*)

Publications de la Société française d'hygiène. Assainissement de Paris. Les odeurs de Paris et les systèmes de vidanges. Paris, au siège de la Société, 30, rue du Dragon, 1882; br. in-8°.

Ponts et Chaussées. Service hydraulique. Département de la Seine-Inférieure. Observations météorologiques. Année 1881. Rouen, 1882; note autographiée.

Bullettino di bibliografia e di storia delle Scienze matematiche e fisiche; pubblicato da B. Boncompagni, t. XIV, settembre, ottobre 1881. Roma, 1881; 2 livr. in-4°.

Bollettino dell'Osservatorio della regia Universita di Torino; anno XVI (1881). Torino, 1882; in-4° oblong.

Abhandlungen der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 1880-1881. Berlin, 1881-1882; 2 vol. in-4° cartonnés.

Denkschriften der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. Mathematisch-naturwissenschaftliche Classe; XLV Band. Wien, 1882; in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 11 septembre 1882.

Une baleine fossile de Croatie, appartenant au genre mésocète; par P.-J. van Beneden. Bruxelles, F. Hayez, 1882; in-4°.

Lévy Lazare. *Evolution et révolution générales dans notre système économique.* Paris, impr. Alcan Lévy, 1882; in-4°.

La trière athénienne; par M. le contre-amiral Serre. Paris, Impr. natio-

nale, 1882; in-4°. (Extrait du t. XXVIII des *Mémoires présentés par divers savants à l'Académie des Sciences.*)

Mémoires de la Société nationale d'Agriculture, Sciences et Arts d'Angers; t. XXII, 1880; t. XXIII, 1881. Angers, impr. Lachèse et Dolbeau, 1881-1882; 2 vol. in-8°.

Mémoires de l'Académie de Stanislas, 1881; 4e série, t. XIV. Nancy, impr. Berger-Levrault, 1882; in-8°.

W. DE FONVIELLE. *Georges-Eugène Frédéric Kastner,* 1852-1882. Paris, aux bureaux du Journal *l'Electricité,* et chez Ghio, 1882; in-18.

Annales de l'Observatoire de Moscou, publiées par le Prof. Dr TH. BREDICHIN. Moscou, impr. A. Lang, 1882; in-4°.

Ogni astro ha la forma dell' icosaedro regolare. Dimostrazioni fatte da FERD. ESP. FARAONE. Napoli, tipi fratelli Orfeo, 1882; in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 18 SEPTEMBRE 1882.

Association française pour l'avancement des Sciences. Compte rendu de la dixième session, Alger, 1881. Paris, au secrétariat de l'Association, 1882; in-8° relié.

Le suicide ancien et moderne; par A. LEGOYT. Paris, A. Drouin, 1881; in-12. (Renvoyé au Concours de Statistique, 1883.)

Compte rendu de la réunion extraordinaire de la Société géologique de Belgique tenue à Verviers du 17 au 20 septembre 1881. Liège, impr. Vaillant-Carmanne, 1882; br. in-8°.

Commission géologique et d'histoire naturelle du Canada. Rapport des opérations de 1879-80 (traduction). Montréal, 1881; in-8° avec cartes.

Intorno alla trasformazione della elettricita ordinaria in correnti voltaiche e sulle applicazioni di queste correnti. Nota del S. G. GOVI. Sans lieu ni date; in-4°. (Estratto dal *Rendiconto della R. Accademia delle Scienze fis. e mat. di Napoli.*)

Alcune lettere inedite di Galileo Galilei, pubblicate e illustrate da G. GOVI. Roma, 1882; in-4°. (Estratto dal *Bullettino di bibliografia e di storia delle Scienze matematiche e fisiche.*)

Mathematical and physical papers; by Sir WILLIAM THOMSON, vol. I. Cambridge, at the University press, 1882; in-8° relié.

Den Norske nordhars-expeditilon, 1876-1878, IV-V. Christiania, Grondahl e Sons bogtrykkeri, 1882; 2 livr. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 25 SEPTEMBRE 1882.

Traité théorique et clinique de la dysenterie; par L.-J.-B. BÉRENGER-FÉRAUD. Paris, O. Doin, 1883; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey pour le concours Montyon, Médecine et Chirurgie, de 1883.)

Généralités sur la médecine pratique de l'enfance. Conférences faites à l'Université de Liège; par le Dr N. DROIXHE (de Huy). Liège, impr. G. Bertrand, 1882; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Les secours aux blessés en temps de guerre; par le Dr BOULOUMIÉ. Paris, typogr. Chamerot, 1882; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Essai sur les chiffres arabes; par J.-B. REVEILLAUD. Paris, Grassart, 1883; br. in-18.

Etude sur les principales causes léthifères chez les enfants. — De la prophylaxie des maladies contagieuses. — Principale cause de l'excessive mortalité chez les enfants trouvés. — De la mortalité chez les enfants à la mamelle, à Athènes. — Du rôle de la dentition dans la pathologie enfantine; par le Dr A. ZINNIS. Athènes, impr. de C.-N. Philadelphien, 1877-1881; 5 br. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 OCTOBRE 1882.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Dumas**, avec le plus profond regret, fait connaître à l'Académie la perte considérable qu'elle vient d'éprouver en la personne de son illustre Associé étranger *Friedrich Wöhler*, professeur à l'Université de Göttingen.

« M. Wöhler, l'élève préféré de Berzélius, avait fidèlement conservé les méthodes et les habitudes de travail de son maître. A partir de 1821 jusqu'à ses dernières années, il n'a cessé de publier des Mémoires ou de simples Notes, toujours remarquables par leur exactitude et souvent de nature à prendre, parmi les productions contemporaines, le premier rang par leur importance, leur nouveauté ou leur ampleur. Exercé surtout aux travaux de Chimie minérale pendant son séjour en Suède, il est resté toute sa vie le chef d'école incontesté pour cette branche de la Science dans les universités allemandes. Cette préparation et cette préoccupation, qu'on aurait pu croire exclusives, ne l'ont pas empêché de prendre la plus large part au développement de la Chimie organique et d'y marquer sa place au niveau le plus élevé.

» Les contemporains n'ont pas oublié l'émotion universelle produite par la découverte inattendue qui lui permit de fabriquer, artificiellement et par

des méthodes purement chimiques, l'urée, la plus azotée des matières animales. D'autres transformations ou combinaisons donnant naissance à des matières jusqu'alors rencontrées seulement dans les animaux ou dans les plantes ont été obtenues depuis, mais la formation artificielle de l'urée reste encore l'exemple le plus net et le plus élégant de ce genre de créations.

» Tous les chimistes connaissent et admirent le Mémoire classique où Wöhler et Liebig, peu de temps après, firent connaître la nature des combinaisons benzoïques et les rattachèrent au radical composé dont on peut les considérer comme étant des dérivés comparables aux produits de la nature minérale. Leur Mémoire sur les dérivés de l'acide urique, source féconde de substances nouvelles et remarquables, est resté entre les mains de leurs successeurs une mine inépuisable.

» Ce n'est pas en ce moment qu'on pourrait prétendre rappeler les travaux que M. Wöhler a consacrés à la Chimie minérale; parmi les deux cent vingt-cinq écrits qu'il a publiés dans les journaux scientifiques, il en est peu dont les Traités de Chimie n'aient fait immédiatement leur profit. Bornons-nous donc à rappeler la découverte de l'aluminium métallique, auquel l'énergie et le génie inventif de notre confrère Henri Deville firent bientôt une place à côté des métaux nobles usuels. Unis par une rivalité qui aurait divisé des esprits moins élevés, ces deux grands chimistes poursuivirent en commun des recherches de Chimie minérale, et mirent à profit leurs travaux respectifs pour éclairer les points encore obscurs de l'histoire du bore, du silicium ou des métaux du platine et demeurèrent étroitement liés par une amitié que chaque année augmentait encore.

» L'Académie me pardonnera un souvenir tout personnel. Nous étions nés, M. Wöhler et moi, en 1800. J'étais son aîné de quelques jours. Nos débuts scientifiques remontent à la même date, et, depuis plus de soixante ans, tout avait contribué à resserrer les liens de cette sorte de confraternité, qu'il me rappelait encore dans une occasion récente. »

M. de Candolle, en présentant à l'Académie un Volume qu'il vient de publier, sous le titre : « Origine des plantes cultivées [1] », s'exprime comme il suit :

« Ce Volume traite d'un sujet sur lequel beaucoup d'erreurs ont été répandues, depuis l'antiquité jusqu'au milieu du siècle actuel.

---

[1] Un volume in-8°, de la *Bibliothèque scientifique internationale,* chez Germer-Baillière; Paris, 1883.

» Lorsque je m'en suis occupé, en 1855, dans ma *Géographie botanique*, j'ai corrigé plusieurs de ces erreurs, relatives aux principales espèces; mais, depuis ce travail, des faits importants ont été découverts par les botanistes et les archéologues, et il m'a paru convenable de passer en revue l'ensemble des espèces cultivées, soit en grand par les agriculteurs, soit habituellement dans les jardins fruitiers et potagers de tous les pays. Ma rédaction, complètement nouvelle, comprend l'étude de 247 espèces. J'ai utilisé les documents tirés des lacustres suisses, des anciens monuments de l'Égypte et des ouvrages chinois mieux interprétés par le Dr Bretschneider que par ses prédécesseurs. Pour la partie botanique, j'ai consulté plusieurs herbiers et me suis adressé souvent à des voyageurs, afin de m'assurer de la qualité spontanée dans tel ou tel pays. Chaque espèce offre les conditions d'un problème à la fois botanique et historique, dans lequel on doit associer et discuter des faits d'une nature très différente et apprécier leur valeur le mieux possible.

» Grâce à cette méthode, il n'y a plus que trois plantes cultivées dont on ne peut dire si elles viennent de l'ancien ou du nouveau monde. Ce sont deux espèces du genre *Cucurbita* et le Haricot ordinaire (*Phaseolus vulgaris*). Pour les 244 autres espèces, j'ai pu démontrer, avec certitude ou d'une manière très probable, de quels pays de l'ancien ou du nouveau monde elles sont sorties.

» Si l'origine géographique est presque toujours connue, il reste malheureusement beaucoup d'espèces qu'on n'a pas encore trouvées à l'état sauvage d'une manière bien certaine. Quand le pays d'origine a été peu visité par les botanistes, il ne faut pas s'en étonner; mais, dans d'autres cas, c'est un phénomène assez singulier, sur lequel j'insisterai ici plus que je ne l'ai fait dans mon Volume, parce qu'il a une portée générale scientifique.

» Certaines espèces, très anciennement cultivées, paraissent en voie d'extinction ou éteintes, car elles proviennent de régions bien explorées et n'ont cependant pas été trouvées sauvages ou l'ont été une seule fois, dans une seule localité. Il est probable d'ailleurs que la patrie ancienne de ces espèces était plus ou moins vaste, en raison de l'extension de leur culture chez des peuples qui avaient peu de rapports entre eux. Je compte 44 espèces de l'ancien monde qu'on sait avoir été cultivées depuis plus de quatre mille ans et cinq du nouveau monde dont la culture est probablement aussi ancienne.

» Parmi ces quarante-neuf espèces, le Maïs n'a jamais été trouvé à l'état sauvage; la Fève et le Tabac (*Nicotiana Tabacum*) n'ont été trouvés qu'une fois; enfin, le Pois-chiche, la Lentille, l'Ers (*Ervum Ervilia*) et le Froment

n'ont été trouvés que très rarement et dans des conditions douteuses quant à la qualité spontanée. Je laisse de côté d'autres Céréales et Légumineuses qu'on n'a pas trouvées non plus, mais qui dérivent probablement de certaines formes différentes, spontanées ou cultivées. Le Maïs est la seule espèce du genre Zea. Il est tellement facile à reconnaître, que les voyageurs dans l'Amérique tropicale l'auraient signalé s'ils l'avaient vu hors des cultures. Les indigènes l'employaient avant l'arrivée des Européens, depuis le Pérou et le Brésil jusqu'à la région du Mississipi; par conséquent il est probable qu'ils avaient connu l'espèce sauvage dans divers pays.

» La Fève est également unique de son genre, et sa culture était répandue dans toute l'Asie tempérée, même en Chine, il y a des milliers d'années. Un seul collectionneur, Lerche, l'a trouvée sauvage, dans un désert au midi de la mer Caspienne. Je me suis assuré que son échantillon existe dans l'herbier de Saint-Pétersbourg, avec les indications précises de l'origine. Or, depuis 1773, date de la publication de Lerche, les nombreux botanistes qui ont parcouru les régions du Caucase, de la mer Caspienne et en général l'Orient, n'ont pas vu la Fève spontanée. Il est possible que l'espèce ait achevé dans le XIXe siècle son existence à l'état sauvage. Après examen de ce qui concerne le Froment (*Triticum vulgare*), j'estime qu'il est à peu près éteint, comme la Lentille, l'Ers et le Pois-chiche. Toutes les espèces dont je viens de parler présentent le caractère d'avoir des graines remplies de fécule, sans aucune protection contre les rongeurs et les insectes, qui les recherchent avec avidité. Il n'est pas surprenant qu'elles périssent dans la lutte pour l'existence. Plus l'homme les multiplie dans ses cultures et en jette des semences par hasard hors des champs, plus les animaux qui les recherchent pullulent de manière à les détruire. On ne peut pas en dire autant du Tabac, dont les graines sont bien différentes. Il a été trouvé sauvage, avec certitude, dans un seul point de la République de l'Équateur, par M. Edouard André. J'ai vu ses échantillons, qui sont bien du *Nicotiania Tabacum*. Puisque les indigènes fumaient ou mâchaient le tabac, depuis le Pérou jusqu'aux États-Unis, il est probable que l'habitation a été une fois plus vaste. J'ignore si la plante est attaquée en Amérique par des insectes, ou si elle présente quelque autre cause de faiblesse dans la lutte. Ordinairement ces détails physiologiques sont peu connus, quoique les ouvrages de Darwin aient fortement éveillé l'attention.

» Quoi qu'il en soit de cette espèce, le fait que, sur quarante-neuf plantes cultivées depuis plus de quatre mille ans, six ou sept sont en voie d'extinction ou éteintes est digne de remarque.

» Si, dans l'ensemble des plantes phanérogames, il s'est éteint de la

même manière 10 à 12 pour 100 des espèces pendant l'époque historique, c'est un changement notable d'autant plus curieux qu'il se serait effectué, à la surface de vastes continents, sans aucune cause apparente que la lutte entre les espèces des deux règnes.

» On accuse l'homme d'être la cause directe ou indirecte de la destruction de beaucoup de végétaux et animaux. Je conviens qu'en introduisant la Chèvre, le Porc et des Rongeurs dans de petites îles comme Sainte-Hélène ou Juan-Fernandez, il a fait disparaître quelques espèces; mais, en revanche, la culture sur les continents a donné à beaucoup d'autres une bonne chance d'étendre leurs habitations, par des semis accidentels qui les naturalisent dans de nouveaux pays. Si quelquefois ces semis ne produisent aucun effet, ce n'est pas la faute de l'homme, mais de la plante qui n'est pas assez forte ou assez féconde. »

ASTRONOMIE. — *Passage de Vénus sur le Soleil.* Communication de M. **Dumas**, Président de la Commission.

« La dernière des missions chargées par l'Académie de l'observation du passage de Vénus sur le Soleil vient de quitter le Havre, sous la direction de notre confrère, M. le Colonel Perrier, le 30 septembre.

» Le moment est donc venu de faire connaître à l'Académie la liste définitive des membres des huit missions formées et expédiées sous son autorité.

Mission de Port-au-Prince.

MM. d'Abbadie, Membre de l'Institut;
Chapuis, Lieutenant de vaisseau;
Callandreau, Aide-Astronome à l'Observatoire de Paris.

Mission du Mexique.

MM. Bouquet de la Grye, Ingénieur hydrographe de la Marine;
Héraud, Ingénieur hydrographe de la Marine;
Arago, Lieutenant de vaisseau.

Mission de la Martinique.

MM. Tisserand, Membre de l'Institut;
Bigourdan, Aide-Astronome à l'Observatoire de Paris;
Puiseux, Aide-Astronome à l'Observatoire de Paris.

Mission de la Floride.

MM. le Colonel PERRIER, Membre de l'Institut;
le Commandant BASSOT;
le Capitaine DEFFORGES;
TOURENNE, Photographe.

Mission de Santa-Cruz.

MM. FLEURIAIS, Capitaine de frégate;
LE PORD, Lieutenant de vaisseau;
DE ROYER DE SAINT-JULIEN, Lieutenant de vaisseau;
LEBRUN, Naturaliste.

Mission du Chili.

MM. DE BERNARDIÈRES, Lieutenant de vaisseau;
BARNAUD, Lieutenant de vaisseau;
FAVREAU, Enseigne de vaisseau.

Mission de Chubut.

MM. HATT, Ingénieur hydrographe de la Marine;
MION, Sous-ingénieur hydrographe de la Marine;
LEYGUE, Lieutenant de vaisseau.

Mission de Rio-Negro.

MM. PERROTIN, Directeur de l'Observatoire de Nice;
DELACROIX, Lieutenant de vaisseau;
TESSIER, Lieutenant de vaisseau;
GUÉNAIRE, Photographe.

» L'Académie remarquera que les membres de ces diverses missions ont été fournis par la Marine, par l'armée de terre et par les observateurs exercés qui font partie de nos diverses institutions astronomiques. La Marine, qui avait témoigné d'un dévouement si complet dans les expéditions du premier passage, en 1874, a voulu prendre cette année encore la plus forte part du travail et la plus difficile. Elle s'est chargée des expéditions australes et de leur établissement en Patagonie, où les chances de beau temps paraissent assurées, mais où les moyens matériels d'installation et les ressources d'existence laissent à désirer.

» L'Académie des Sciences figure dans ces expéditions par trois de ses Membres : MM. d'Abbadie, Tisserand et le Colonel Perrier, à côté desquels on aime à rencontrer le neveu d'Arago et le fils de notre savant confrère, M. Puiseux.

» Le Ministre de la Guerre a voulu que son état-major fût représenté

dans cette manifestation scientifique, et c'est ainsi que notre confrère le Colonel Perrier figure à double titre parmi nos chefs de mission.

» Votre Commission, mettant à profit l'expérience acquise par les premières expéditions de 1874, s'est attachée à augmenter, dans la mesure de ses ressources, le nombre des stations, qu'elle a portées de cinq à huit. Elle a recherché avec un soin extrême les points les plus favorables, ne craignant pas de sacrifier quelques avantages au point de vue astronomique pour s'assurer quelques garanties de plus sous le rapport de la pureté probable du ciel. Elle a muni chaque station de deux équatoriaux soigneusement vérifiés. Enfin, après avoir provoqué une conférence internationale dans laquelle tous les éléments de l'observation ont été discutés, on s'est mis d'accord pour l'adoption d'un programme commun, destiné à servir de guide aux membres des missions des divers pays. Votre Commission a d'ailleurs mis à profit les soins de notre confrère, M. l'amiral Mouchez, qui a bien voulu installer à l'Observatoire les passages artificiels et les moyens de contrôle nécessaires à la vérification des qualités de tous nos instruments. Les membres de nos missions ont pu se familiariser ainsi avec leurs équatoriaux respectifs, s'accoutumer à observer et à noter de la même manière les contacts externes et internes, et à faire usage identiquement et dans les mêmes conditions des procédés de mesure micrométrique.

» Après avoir longtemps hésité relativement à l'emploi des relevés photographiques, la Commission a trouvé de tels avantages dans l'usage des plaques au gélatinobromure, qu'elle s'est décidée à fournir à la plupart de ses stations les moyens d'en faire l'application.

» Tout a donc été préparé en vue de rendre aussi certaine que possible l'observation du phénomène dans chaque station et aussi comparables que possible les données fournies par les divers observateurs.

» L'Académie me permettra de signaler à sa reconnaissance particulière les Présidents et les Conseils d'administration des Compagnies des chemins de fer de Paris-Lyon-Méditerranée, d'Orléans, du Midi et de l'Ouest, ainsi que ceux des Messageries maritimes et des paquebots transatlantiques. Grâce à leur inépuisable bienveillance, nos missionnaires ont trouvé, pour leurs personnes et pour leurs colis encombrants et délicats, tous les égards, toutes les facilités et toutes les réductions de prix que ces diverses Compagnies avaient bien voulu nous accorder en 1874. Elles ont rivalisé de prévenances envers l'Académie, qui voudra leur en témoigner toute sa gratitude.

» Les circonstances nous ayant rendu nécessaire le concours de M. Flury-Hérard, banquier du Ministère des Affaires étrangères, je remplis

un devoir en le remerciant publiquement, devant l'Académie, pour les facilités qu'il a mises à notre disposition avec autant d'empressement que de libéralité. Elles nous ont permis d'organiser sur tous les points les moyens financiers de départ, d'arrivée et les ressources d'installation. »

MÉCANIQUE. — *Sur le choc des corps imparfaitement élastiques;* par M. **H. Resal.**

« I. *Perte de force vive résultant du choc de deux corps considéré au point de vue le plus général.* — A la fin de ma dernière Communication, j'avais proposé, sous toute réserve, un mode d'évaluation de cette perte, basé sur une extension quelque peu arbitraire donnée aux résultats auxquels on arrive dans le cas du choc direct. J'ai en vue, dans cette nouvelle Note, de justifier cette méthode, en lui faisant toutefois subir une modification en ce qui concerne le terme relatif à l'action tangentielle développée au point de contact ou *point de choc*.

» Soient, pour une molécule de masse m de l'un ou l'autre corps,

Ov_0, Ov_1, Ou les droites, menées par un point O, qui représentent respectivement les vitesses v_0 avant le choc, v_1 après le choc, u à l'instant de la plus grande compression;

$U = \overline{v_0 v_1} = \overline{v_0} - \overline{v_1}$ la vitesse perdue pendant le choc;

$\varphi_0 = \overline{v_0 u} = \overline{v_0} - \overline{u}$ la vitesse perdue dans la première partie du choc;

$\varphi_1 = \overline{v_1 u} = \overline{v_1} - \overline{u}$ la vitesse gagnée dans sa seconde partie;

I_0, I_1 les projections des points v_0 et v_1 sur la direction de Ou.

» Il paraît plausible de supposer que φ_1 est directement opposé à φ_0, que, par suite, les points v_0, u, v_1 sont en ligne droite, et enfin que

$$U = \varphi_0 + \varphi_1.$$

» Si, en généralisant l'idée de Navier relative au choc direct, nous posons

$$\varphi_1 = n\varphi_0,$$

n étant un coefficient dont les limites sont 0 et 1 et qui est censé avoir la même valeur pour toutes les molécules m, nous aurons

$$(1) \qquad \varphi_0 = \frac{U}{n+1}, \quad \varphi_1 = \frac{nU}{n+1}.$$

Des relations

$$v_0^2 = u^2 + \varphi_0^2 + 2u.\overline{uI_0}, \quad v_1^2 = u^2 + \varphi_1^2 - 2u.\overline{uI_1},$$

on déduit la suivante :

$$mv_0^2 - mv_1^2 = m(\varphi_0^2 - \varphi_1^2) + 2m.\overline{I_0 I_1}.u.$$

Si l'on fait la somme des équations semblables à cette dernière, établies pour toutes les masses m, on a

$$\Sigma mv_0^2 - \Sigma mv_1^2 = \Sigma m(\varphi_0^2 - \varphi_1^2) + 2\Sigma m.\overline{I_0 I_1}.u,$$

ou, en ayant égard aux valeurs (1),

$$(2) \qquad \Sigma mv_0^2 - \Sigma mv_1^2 = \varepsilon \Sigma m U^2 + 2\Sigma m.\overline{I_0 I_1}.u,$$

en posant

$$(3) \qquad \varepsilon = \frac{1-n}{1+n}.$$

L'expression

$$\Sigma m.\overline{I_0 I_1}.u\,dt = \Sigma m U \cos(U, u)dt$$

représente le travail élémentaire des quantités de mouvement perdues à la suite du choc, estimé dans le mouvement des deux corps à l'instant de la plus grande compression. Or, à cet instant, ces corps se meuvent comme deux solides pouvant glisser ou rouler l'un sur l'autre : d'où il suit que le travail ci-dessus est égal au travail élémentaire, évalué de la même manière, mais changé de signe, de l'impulsion due à l'action moléculaire tangentielle développée au point de choc. Si donc on désigne par J cette impulsion et par w la projection de la vitesse de glissement sur sa direction, on a

$$\Sigma m.\overline{I_0 I_1}.u\,dt = -\mathrm{J}w\,dt,$$

et la formule (2) se transforme définitivement dans la suivante :

$$(4) \qquad \Sigma mv_0^2 - \varepsilon mv_1^2 = \varepsilon \Sigma m U^2 - 2\mathrm{J}w$$

qu'il est facile de traduire en langage ordinaire.

» II. *De l'effet d'un coup de queue horizontal sur une bille.* — Cette question a été soulevée et traitée par Coriolis. Si je la reprends, cela tient à ce que je ne puis pas admettre l'équation des forces vives telle qu'il la pose et qui a peu de rapport avec la formule (4).

» J'admettrai, avec ce savant ingénieur, que le coup de queue est donné de telle manière qu'il ne se produise pas de percussions sur les mains qui servent de guides au mouvement de la queue, et que la normale au point de choc fait avec l'horizontale un angle inférieur à l'angle de frottement.

De la seconde de ces conditions résulte que la composante moléculaire tangentielle au point de choc est inférieure au frottement de glissement; si, d'ailleurs, il n'en était pas ainsi, la queue glisserait sur la bille, ou l'on ferait *fausse queue*, et l'on ne peut tirer aucun parti sérieux des coups de cette nature.

» Soient

M', V'_0, V'_1 la masse de la queue et ses vitesses respectives avant et après le choc;

M, R, $\frac{MR^2}{k}$ la masse, le rayon de la bille et son moment d'inertie par rapport à un diamètre $\left(k = \frac{5}{2}\right.$ dans l'hypothèse de l'homogénéité$\left.\right)$;

V_1 la vitesse du centre O de la bille après le choc;

Ox, Oy, Oz trois axes rectangulaires menés par ce centre, le premier étant dirigé dans le sens de V'_0, tandis que le troisième est vertical;

φ l'angle aigu formé avec Ox par la normale au point de choc A [1];

$a = -R\cos\varphi$, b, c les coordonnées de ce point parallèles à Ox, Oy, Oz;

p_1, q_1 les composantes après le choc de la rotation de la bille suivant Oy et Oz, la composante semblable suivant Ox étant évidemment nulle;

F l'action mutuelle (nécessairement horizontale d'après ce qui a été admis) des deux corps à un instant quelconque du choc.

» Comme il ne se produit aucune percussion sur le tapis, on a

$$(5)\qquad \begin{cases} M'V'_1 - M'V'_0 = -\int F\,dt, & MV_1 = \int F\,dt, \\ M\frac{R^2}{k}p_1 = c\int F\,dt, & M\frac{R^2}{k}q_1 = -b\int F\,dt, \end{cases}$$

d'où

$$(6)\qquad V'_0 - V'_1 = \frac{M}{M'}V_1,\quad p_1 = \frac{ck}{R^2}V_1,\quad q_1 = -\frac{bk}{R^2}V_1.$$

» La perte de force vive éprouvée par les deux corps et la force vive due aux vitesses perdues ont respectivement pour expressions

$$M'(V'^2_0 - V'^2_1) - MV_1^2 - M\frac{R^2}{k}(p_1^2 + q_1^2),$$

$$M'(V'_0 - V'_1)^2 + MV_1^2 + M\frac{R^2}{k}(p_1^2 + q^1).$$

---

[1] Selon la manière dont le *procédé* a été enduit de craie, le coefficient de frottement de la queue sur la bille peut varier entre 0,20 et 0,50, ce qui correspond aux angles de frottement 11°20' et 26°34' que φ ne doit pas atteindre.

En vertu de la seconde des formules (5), on a, pour l'impulsion de l'action tangentielle moléculaire,

$$\mathrm{J} = \sin\varphi \int \mathrm{F}\, dt = \sin\varphi\, \mathrm{MV}_1.$$

La formule (4) donne ainsi

$$\begin{aligned} &\mathrm{M}'(\mathrm{V}_0'^2 - \mathrm{V}'^2) - \mathrm{MV}_1^2 - \mathrm{M}\frac{\mathrm{R}^2}{k}(p_1^2 + q_1^2) \\ &\quad = \varepsilon\left[\mathrm{M}'(\mathrm{V}_0' - \mathrm{V}_1')^2 + \mathrm{MV}_1^2 + \mathrm{M}\frac{\mathrm{R}^2}{k}(p_1^2 + q_1^2)\right] - 2w\sin\varphi\,\mathrm{MV}_1, \end{aligned}$$

ou

$$\begin{aligned} &\mathrm{M}'(\mathrm{V}_0' - \mathrm{V}_1')[\mathrm{V}_0' + \mathrm{V}_1' - \varepsilon(\mathrm{V}_0' - \mathrm{V}_1')] \\ &\quad - (1+\varepsilon)\left[\mathrm{V}_1^2 + \frac{\mathrm{R}^2}{k}(p_1^2 + q_1^2)\right] + 2w\sin\varphi\,\mathrm{MV}_1 = 0. \end{aligned}$$

En remplaçant dans cette dernière formule V_1', p_1, q_1 par leurs valeurs en fonction de V_1 déduites des équations (6), et remarquant que

$$b^2 + c^2 = \mathrm{R}^2\sin^2\varphi,$$

on trouve

$$(7) \qquad 2\mathrm{V}_0' - (1+\varepsilon)\left(1 + \frac{\mathrm{M}}{\mathrm{M}'} + k\sin^2\varphi\right)\mathrm{V}_1 + 2w\sin\varphi = 0.$$

Cette équation s'applique à l'instant de la plus grande compression en y remplaçant V_1 par la vitesse V que possède alors le centre de la bille, et en y faisant $\varepsilon = 1$; on a ainsi

$$(8) \qquad 2\mathrm{V}_0' - 2\left(1 + \frac{\mathrm{M}}{\mathrm{M}'}k\sin^2\varphi\right)\mathrm{V} + 2w\sin\varphi = 0.$$

De la comparaison entre cette formule et la précédente, on déduit

$$(9) \qquad \mathrm{V}_1 = \frac{2\mathrm{V}}{1+\varepsilon},$$

ce qui n'est autre chose que la valeur de V_1 qui se rapporte au cas du choc direct.

» Comme les composantes normales des vitesses au point de choc sont égales, pour la queue et la bille, à l'instant de la plus grande compression, on a $\mathrm{V}\cos\varphi = \mathrm{V}'\cos\varphi$, ou $\mathrm{V} = \mathrm{V}'$, en désignant par V' la vitesse de la queue. Si donc on remplace V_1, V_1' par V dans la première des for-

mules (6), on trouve

$$(10)\qquad V = \frac{V'_0}{1+\frac{M}{M'}} \text{ [1]}.$$

Nous avons donc enfin

$$(11)\qquad V_1 = \frac{2V'_0}{(1+\varepsilon)\left(1+\frac{M}{M'}\right)}.$$

et, en se reportant aux formules (6),

$$(12)\qquad p_1 = \frac{2ckV'_0}{R^2(1+\varepsilon)\left(1+\frac{M}{M'}\right)}, \quad q_1 = -\frac{2bkV'_0}{R^2(1+\varepsilon)\left(1+\frac{M}{M'}\right)}.$$

» Nous prendrons, avec Coriolis, $k=\frac{5}{2}$, $\varepsilon=\frac{1}{5}$, $\frac{M}{M'}=\frac{1}{3}$, et nous aurons

$$V_1 = \frac{5}{4}V'_0, \quad p_1 = \frac{25}{8}\frac{cV'_0}{R^2}, \quad q_1 = -\frac{25}{8}\frac{bV'_0}{R^2}.$$

En ce qui concerne le mouvement que prend la bille sur le tapis à la suite du choc, on devra se reporter au théorème de J.-A. Euler, dont je n'ai pas ici à m'occuper. »

---

[1] On pourrait peut-être émettre un doute sur la compatibilité des équations (8) et (9), qui exigent que l'on ait

$$w = k\sin\varphi\, V,$$

mais il est facile de s'assurer que cette condition est remplie. Portons, à cet effet, à partir du point de choc A et en allant vers le centre, une longueur AB = 1; élevons en B une perpendiculaire à OA jusqu'à sa rencontre C avec l'horizontale de A. Nous avons géométriquement

$$\overline{\overline{BC}} = -\overline{\overline{AB}} - \overline{\overline{CA}},$$

et, de plus,

$$\overline{CA} = \frac{1}{\cos\varphi}, \quad \overline{BC} = \operatorname{tang}\varphi.$$

Soient α, β, γ les angles formés par $\overline{BC}$ ou w avec Ox, Oy, Oz. Les projections de $\overline{AB}$ sur Ox, Oy, Oz étant respectivement $\cos\varphi$, $-\frac{b}{R}$, $-\frac{c}{R}$, il vient

$$\operatorname{tang}\varphi = -\cos\varphi + \frac{1}{\cos\varphi}, \quad \operatorname{tang}\varphi\cos\beta = \frac{b}{R}, \quad \operatorname{tang}\varphi\cos\gamma = \frac{c}{R},$$

ou

$$\cos\alpha = \sin\varphi, \quad \cos\beta = \frac{b}{R}\cot\varphi, \quad \cos\gamma = \frac{c}{R}\cot\varphi.$$

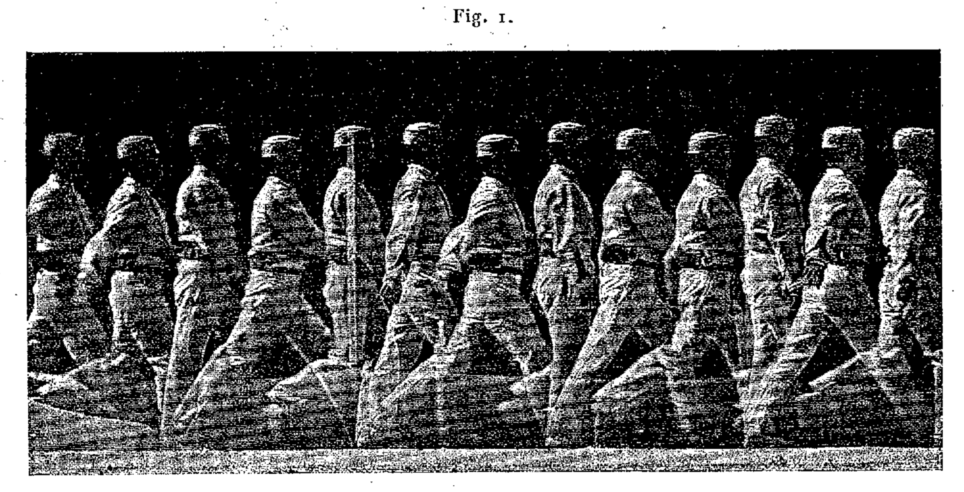
En désignant par p et q les composantes de la rotation de la bille suivant Oy et Oz à

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Reproduction typographique des photographies; procédé de* M. Ch. Petit. Note de M. Marey.

« Un complément indispensable des applications de la Photographie aux expériences physiologiques était la reproduction authentique des images obtenues, le facile tirage des épreuves et la possibilité de les intercaler dans un texte. Ces conditions sont réalisées, d'une manière très satisfaisante, par M. Petit, au moyen du procédé qu'il appelle *similigravure*. Deux spécimens de ces épreuves permettront au lecteur d'apprécier toutes les ressources de la Photographie appliquée à certaines démonstrations scientifiques.

» La *fig.* 1 montre les attitudes successives d'un homme qui marche le

Fig. 1.



Gymnaste militaire au pas de parade.

pas de parade, comme on dit dans nos écoles de gymnastique militaire.

---

l'instant de la plus grande compression, la vitesse de glissement de la bille sur la queue a pour expression

$$w = (V + pc - qb)\cos\alpha - qR\cos\varphi\cos\beta + pR\cos\varphi\cos\gamma - V\sin\varphi = \frac{pc - qb}{\sin\varphi},$$

d'où, en vertu de la seconde et de la troisième des équations (6), en supprimant l'indice 1;

$$w = \frac{kV}{R^2}\,\frac{b^2 + c^2}{\sin\varphi} = kV\sin\varphi,$$

ce qu'il fallait établir. Il me semble que cette vérification vient à l'appui de la théorie proposée.

Cette figure est obtenue par la méthode des photographies successives sur une même plaque ([1]). Je me hâte de dire que les imperfections de l'épreuve tiennent presque toutes à la défectuosité du cliché original. Ainsi, à la partie inférieure, le fond n'est pas d'un noir intense et les attitudes des jambes et des pieds se détachent mal. Cela dépendait d'une imperfection de l'écran devant lequel ont été prises ces photographies, écran qui, à sa partie inférieure, ne réalisait pas aussi bien qu'en haut les conditions du *noir absolu*.

» On voit encore sur cette figure, en face de la cinquième image, une bande blanche verticale : c'est la trace d'un poteau qui soutenait l'écran noir. Ce poteau disparaîtra dans la disposition nouvelle que je donne à cet écran. Enfin mon installation actuelle ne me permet pas encore de photographier le nu, de sorte que les mouvements des gymnastes sont difficiles à saisir sous les plis des vêtements flottants.

» Pourtant, telle qu'elle est, cette épreuve donne, au premier coup d'œil, de nombreux renseignements. Elle montre qu'à chaque pas complet le marcheur présente des attitudes différentes, que le pas s'exécutait en $\frac{6}{10}$ de seconde et que, pendant ce temps, la tête exécutait deux oscillations verticales dont les maxima correspondent au milieu de l'appui de chacun des pieds; que le bras effectue d'amples oscillations en sens contraire du mouvement de la jambe correspondante. On suit avec facilité les phases successives des déplacements du pied ou de la jambe et, pour tous ces changements de lieu, on peut estimer au compas la valeur réelle du déplacement qui s'est effectué entre deux images consécutives, c'est-à-dire, en $\frac{1}{10}$ de seconde.

» La *fig.* 2 représente un cheval blanc qui franchit un obstacle. C'était

Fig. 2.



Cheval sautant un obstacle.

un vieil étalon syrien dont un observateur exercé peut reconnaître les formes séniles. La disposition de l'écran avait déjà été un peu améliorée

([1]) *Voir* mes Notes du 3 juillet et du 7 août 1882.

pour cette série de photographies, dont les détails ressortent mieux à la partie inférieure.

» Il n'est pas douteux que cette méthode de transformation des photographies en clichés typographiques ne reçoive encore des perfectionnements; mais, dès aujourd'hui, elle réalise un important progrès, au point de vue des applications scientifiques de la Photographie. »

MÉMOIRES LUS.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Communications optiques entre Maurice et la Réunion.* Note de M. **L.-P. Adam.**

(Commissaires : MM. Faye, d'Abbadie, Perrier.)

« On se rappelle le remarquable Mémoire de M. Bridet, présenté à l'Académie par l'illustre Président du Bureau des Longitudes, M. Faye, qui faisait ressortir à tous les points de vue l'immense importance de l'établissement d'un câble sous-marin entre les deux îles.

» Mais, à défaut d'un câble sous-marin, l'idée d'une correspondance par signaux optiques s'impose à tous ceux qui ont lu les rapports du général Ibañez et du colonel Perrier sur les merveilleux travaux dont le résultat a été la jonction, à environ 300^{km} de distance, des frontières du Maroc à la côte espagnole.

» Je viens en France prendre possession de deux grands appareils télescopiques, à miroirs de $0^m,60$ de diamètre, de l'invention du colonel Mangin, pour permettre la mise en communication des îles sœurs.

» La station principale, à Maurice, sera, sur le plateau du Pouce, à 750^m d'altitude; à la Réunion elle sera placée sur la lèvre du cratère du bois de Nèfles, à 1130^m d'altitude; la distance des deux stations est d'à peu près 215^{km}, et le relèvement du cratère, vu du Pouce, est le sud 69° ouest du monde.

» Mes recherches personnelles, faites à Maurice, se trouvent confirmées par les expériences faites à Paris, sous la direction du colonel Mangin ; il s'agissait : 1° de l'expédition automatique des dépêches; 2° de leur réception mécanique.

» J'ai résolu la première partie de la question, à l'aide d'un petit appareil automoteur, imaginé par moi et perfectionné par M. A. Viger, horloger à Maurice. Une règle porte, à la partie inférieure, une crémaillère

qui engrène avec la roue dentée d'un mouvement d'horlogerie; la face supérieure de cette règle est percée de trous équidistants qui reçoivent un certain nombre de fiches; ces fiches sont espacées, sur la règle, de manière à produire les éclipses longues et brèves qui constituent les lettres de l'alphabet Morse; on introduit la règle dans une glissière qui l'entraîne d'un mouvement uniforme, et chacune des fiches vient à son tour soulever le bras de levier obturateur qui passe devant le diaphragme de l'appareil télescopique. De sorte que le télégraphiste, ayant l'œil à la lunette, n'a plus à se préoccuper de faire fonctionner le manipulateur et s'assure seulement que la station voisine reçoit bien les signaux.

» J'ai nommé *éclipseur automatique* le petit système qui vient d'être décrit, et pour l'invention duquel je prends date.

» Il peut être adapté aux instruments du colonel Mangin, sans qu'il nécessite aucune modification à leur disposition ordinaire.

» La deuxième partie de la question, et la plus importante, paraît pouvoir être résolue de deux manières : il serait possible de faire usage du sélénium et d'employer un procédé analogue à celui qui a réussi dans quelques observatoires de l'Amérique du Nord ou de l'Angleterre, pour l'enregistrement au fil méridien d'une lunette méridienne. Un procédé plus simple, que je compte adopter, consiste à recevoir l'impression lumineuse sur une bande préparée au gélatinobromure d'argent, se déroulant en passant uniformément au foyer de la lunette de réception; un mouvement d'horlogerie permettra de régler à volonté la vitesse de développement de la bande préparée, de manière à photographier les dépêches d'une île à l'autre.

» Il résulte des études faites avec le colonel Mangin que, à 250^{km}, le point lumineux reste bien visible à l'œil armé de la lunette, même après avoir traversé six épaisseurs de verres fumés, qui ont amené une diminution considérable d'intensité dans l'éclat du foyer lumineux; cette intensité a été réduite au centième environ de ce qu'elle était primitivement.

» La conclusion est donc qu'il est presque certain que, dans les circonstances ordinaires, les signaux produits à l'aide d'une lampe à pétrole à mèche plate, vue de tranche, placée au foyer de l'un des grands appareils télescopiques du colonel Mangin, seront perçus d'une île à l'autre, ce qui permettra, souvent vingt-quatre à trente-six heures avant l'arrivée sur Maurice d'un cyclone, d'en télégraphier l'approche à la Réunion. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉTALLURGIE. — *La force coercitive de l'acier, rendue permanente par la compression.* Note de M. L. CLÉMANDOT.

(Commissaires : MM. Dumas, Boussingault, Fremy, Debray, Breguet.)

« En mars dernier, j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie une Note dans laquelle j'exposais les propriétés acquises par l'acier soumis à une forte pression et refroidi sous cette pression. J'ai dit que, entre autres propriétés acquises, ayant une complète similitude avec celles que donne la trempe par les bains, se trouvait la force *coercitive,* cette propriété que peut posséder l'acier de devenir *aimant,* c'est-à-dire d'acquérir le magnétisme et de le conserver.

» J'ai poursuivi mes essais et j'ai pu constater des résultats nouveaux et intéressants, que je m'empresse de communiquer à l'Académie.

» La trempe ordinaire consiste, on le sait, à chauffer l'acier au rouge-cerise, à le refroidir brusquement en le trempant dans un bain, eau, huile ou tout autre liquide : le métal est durci, *trempé,* il a acquis la force coercitive. Mais qu'arrive-t-il si l'on réchauffe de nouveau cet acier, si on le recuit? On dit que le métal *se détrempe;* sa force coercitive disparaît; il n'est plus aimantescible. Que se passera-t-il au contraire pour un acier trempé par compression, c'est-à-dire refroidi sous pression, après le refroidissement brusque obtenu en partie par la compression? La propriété coercitive *aura été maintenue,* malgré le réchauffage, le forgeage même de cet acier. Autrement dit, au lieu d'être éphémère, instable, comme l'est la propriété coercitive due à la trempe obtenue par les bains, celle qui est imprimée à l'acier par sa compression sera *permanente, indélébile,* quelles que soient les opérations successives auxquelles il sera soumis. C'est, pour moi, à l'homogénéité la plus absolue que donnent la compression et le refroidissement sous pression qu'il faut attribuer ce résultat.

» Il y a là, je crois, un fait intéressant au point de vue scientifique et aussi au point de vue métallurgique. J'appuie maintenant sur des faits l'exposé que je viens de présenter.

» J'ai pris une et plusieurs lames d'un faisceau de machine magnéto-électrique; je les ai brisées ; je les ai forgées, pour en faire un paquet que

j'ai soudé à la forge pour en former un barreau; j'ai *comprimé* ce barreau, j'ai reconstitué mes lames, je les ai *réaimantées*, et, comme celles que j'avais détruites pour leur faire subir l'opération que je viens de décrire, j'ai retrouvé la même force d'aimantation, 11° mesurés au galvanomètre. J'ai fait la même opération sur un grand nombre de téléphones : non seulement la force magnétique s'est conservée, mais encore elle s'est *accrue* par les diverses transformations et opérations que j'ai fait subir à l'acier.

» Dans ces conditions, la compression et le refroidissement sous pression viennent donc constituer un nouveau mode de traitement métallurgique. J'ajouterai que le métal ainsi traité présente dans la pratique de grands avantages : tandis que l'acier trempé par les bains est durci, intravaillable et souvent déformé, l'acier soumis à la compression et retravaillé ensuite est *doux;* il peut se limer, se percer, etc., ce qui est un avantage inappréciable pour les constructeurs d'appareils à aimants, machines magnéto-électriques, téléphones, etc., qui perdent souvent un temps précieux en travaillant sur des aimants qui se brisent au dernier moment.

» Tels sont les faits nouveaux que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie. J'espère qu'ils lui paraîtront dignes de son approbation, qui m'encouragera dans les travaux que j'ai entrepris sur la compression des métaux. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Recherches sur l'action de l'éther intermoléculaire dans la propagation de la lumière.* Mémoire de M. DE KLERCKER, présenté par M. Fizeau. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Fizeau, Jamin, Cornu.)

« *Résumé.* — Par la voie purement physique, et sans sortir des hypothèses actuellement adoptées sur la nature de la lumière et la constitution moléculaire de la matière, nous croyons avoir réussi à établir une nouvelle théorie sur l'action de l'éther intermoléculaire dans le mouvement des ondes lumineuses.

» Les conséquences principales de cette théorie sont les suivantes :

» La dispersion prismatique doit être regardée comme composée de deux différents systèmes de dispersion.

» L'un, le système régulier, suit la loi ordinaire de dispersion, savoir qu'un rayon à longueur d'onde extérieure comparativement longue se réfracte toujours moins qu'un rayon à longueur d'onde plus courte.

» L'autre, le système irrégulier, présente, au contraire, pour des di-

stances spectrales extrêmement petites, des anomalies permanentes de dispersion, d'où provient la superposition des rayons de longueurs d'onde inégales, superposition devenant plus dense et plus serrée à mesure que l'on s'approche du côté ultra-rouge du spectre solaire. Cette superposition des rayons pourrait expliquer pourquoi, dans le spectre de réfraction, les couleurs les moins réfrangibles n'ont pas la même pureté que dans le spectre de diffraction.

» La dispersion totale peut s'exprimer par la formule très simple

$$\omega = (1 + A)\frac{\mathcal{L}}{\mathcal{L} - B},$$

dans laquelle ω désigne l'indice de réfraction, $\mathcal{L}$ la longueur d'onde extérieure, A le coefficient de réfraction et B le coefficient de dispersion.

» Le coefficient de réfraction A reste toujours constant pour toutes les valeurs possibles de $\mathcal{L}$, la densité du milieu réfringent étant supposée constante.

» Le coefficient de dispersion B devient également constant, aux mêmes conditions, quand nous considérons uniquement le système régulier de dispersion. Pour le système irrégulier, ce coefficient devient au contraire variable et dépendant de $\mathcal{L}$.

» Les valeurs de A et B sont du reste déterminées par des grandeurs qui dépendent de la constitution moléculaire et physique du milieu réfringent.

» La formule empirique

$$\frac{\omega - 1}{\sigma} = \text{const.},$$

généralement connue comme l'expression de la grandeur spécifique de la réfraction, peut se dériver par approximation directement de l'expression de A. Elle n'est qu'approximativement constante, comme le montre aussi l'expérience, et elle désigne en réalité une valeur relative et approximative de l'action moléculaire du milieu réfringent sur la lumière.

» Enfin nous montrons, par la nouvelle théorie, que la dispersion prismatique, entre autres propriétés jusqu'ici inconnues, possède des limites distinctes, et que sa limite inférieure (à l'ultra-rouge) se détermine par l'expression

$$\omega = 1 + A. \text{ »}$$

VITICULTURE. — *Sur le traitement des vignes phylloxérées par le goudron, à propos d'une Communication récente de M.* Max. Cornu. Note de M. **Balbiani.**

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« M. Max. Cornu a communiqué récemment à l'Académie une observation relative à une vigne cultivée en serre dont les grappes avaient contracté une saveur empyreumatique désagréable à la suite d'un badigeonnage à l'huile lourde qui avait été pratiqué à l'intérieur de la serre (*Comptes rendus* du 18 septembre). « Les déductions de ce fait, dit en terminant sa » Communication M. Cornu, sont assez évidentes, relativement à certains » traitements phylloxériques, pour qu'il soit inutile d'y insister. » L'auteur avait évidemment ici en vue les badigeonnages au goudron ou à l'huile lourde que quelques personnes ont conseillés et même pratiqués, et que j'ai moi-même recommandés dernièrement comme un moyen efficace de combattre l'œuf d'hiver du Phylloxera (*Journal officiel* du 20 septembre) ([1]).

» Mais quelle analogie y a-t-il entre les conditions où s'est produit le fait signalé par M. Cornu et celles où se font les badigeonnages insecticides? Dans le cas rapporté par cet observateur il s'agit d'une vigne chargée de feuilles et de fruits au moment où elle s'est trouvée exposée aux vapeurs d'huile lourde. De plus, cette vigne était placée dans un espace confiné, une serre, où elle est restée pendant trois mois chauds de l'année soumise à l'influence d'un air imprégné de ces vapeurs. Rien de pareil ne se produit dans la pratique agricole. Les badigeonnages avec le goudron ou les sub-

---

([1]) M. Max. Cornu a fait parvenir, le 18 septembre, à l'Académie la Note à laquelle fait allusion M. Balbiani; il ne pouvait présumer que sa publication coïnciderait avec celle de l'important document que renferme le *Journal officiel* du 20 de ce même mois. En tournée et loin de Paris en ce moment, il nous informe qu'il est tellement d'accord avec M. Balbiani sur la différence qui existe entre les traitements d'hiver en pleine campagne et les opérations effectuées en été, quand la fructification de la vigne est complète, qu'il n'a pu supposer un seul instant que sa pensée fût interprétée dans un sens défavorable aux badigeonnages préconisés, à si juste titre, par le savant professeur du Collège de France. La vigne n'a rien à redouter de l'air contenant des vapeurs, quand elle n'a pas de feuilles ou de fruits pour les absorber, et elle n'a plus rien à craindre quand, ces organes se développant, les vapeurs ont disparu. Ce qu'il faut éviter, c'est la coïncidence des traitements goudronneux et de la végétation aérienne. (*Note du Secrétaire perpétuel.*)

stances provenant de sa distillation se font en hiver, sur des vignes en plein air, dépouillées de leurs feuilles, et dans lesquelles la sève ne circule plus. L'enduit qu'elles ont reçu à la surface de leur bois est desséché ou évaporé depuis plusieurs mois lorsqu'elles se couvrent de nouveau de feuilles et de fruits. M. Cornu explique lui-même le mauvais goût des grappes de la vigne observée par lui en admettant que les vapeurs goudronnées ont été absorbées par l'épiderme des organes aériens et particulièrement par celui des grains de raisin. Il sait, de plus, très bien que les badigeonnages dont il s'agit se font, comme tous les autres traitements phylloxériques, en hiver et dans les conditions de la plante rappelées plus haut. Comment donc peut-il inférer de son observation que ces badigeonnages puissent avoir la fâcheuse influence dont il est parlé?

» M. Cornu cite, dans sa Note, comme un fait généralement connu, le mauvais goût que prend le raisin lorsque les palissades, les échalas, le tronc lui-même des souches sont goudronnés. On a reproché aussi aux fabriques placées dans le voisinage des vignobles de communiquer une saveur désagréable aux fruits. On a attribué celle-ci à ce que les vapeurs empyreumatiques sont retenues par la matière céreuse qui recouvre à maturité la surface des grains. Pour que cette influence toute locale se produise par l'effet du goudronnage pratiqué dans les vignobles, il faut que cette opération ait lieu à l'époque de la maturation du fruit, où cet enduit céreux s'est déjà déposé sur le grain. Ce qui nous confirme dans cette opinion, c'est que nous n'avons jamais entendu accuser le goudron de vicier le goût du raisin, et par conséquent du vin, lorsque les badigeonnages insecticides se font dans la saison convenable. Nous avons à cet égard le témoignage très explicite d'un propriétaire de grand cru du Médoc, M. le comte de Lavergne, lequel a pratiqué des badigeonnages au goudron pendant plusieurs années consécutives et qui déclare que « le coaltar appliqué sur le bois, même décortiqué, n'est nuisible ni à la plante, *ni à ses produits* » (*Comptes rendus* du 27 mars 1876). Les expériences faites, il est vrai, sur une très petite échelle, que nous avons effectuées cet été sur l'emploi du goudron et de l'huile lourde pour combattre l'œuf d'hiver nous ont conduit à une conclusion analogue. Plusieurs de nos ceps portaient même à ce moment de jeunes grappes, et actuellement les grains n'offrent aucun goût trahissant le traitement auquel les vignes ont été soumises. Nous tenons ces fruits à la disposition de M. Cornu, qui pourra s'assurer par lui-même de la réalité de notre assertion. J'ajouterai que, depuis près de trois mois que les opérations ont eu lieu, il ne s'est manifesté non plus aucune

altération dans le système végétatif de nos vignes, malgré les conditions très défavorables dans lesquelles nos expériences ont été exécutées, à raison de la température de la saison et de l'état de végétation de nos plantes. »

VITICULTURE. — *Sur l'emploi des huiles lourdes de houille dans les traitements contre l'œuf d'hiver du Phylloxera*. Note de M. P. DE LAFITTE.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« D'une Note récente de M. Max. Cornu ([1]), il résulte que des raisins mûris dans une serre où le jardinier avait enduit d'huile lourde un certain nombre de gradins « ne sont pas mangeables; ils ont tous un goût très » intense de coaltar..... Ce mauvais goût est dû à la chair des raisins, qui » le présente avec une très grande intensité. »

« Les déductions de ce fait », dit M. Max. Cornu en terminant, « sont » assez évidentes, relativement à certains traitements phylloxériques, pour » qu'il soit inutile d'y insister. »

» Pendant quatre années consécutives, j'ai fait badigeonner avec un mélange aqueux d'huile lourde un vignoble d'à peu près 6^{ha}. Il entrait environ 40^{kg} d'huile lourde dans le mélange employé sur 1^{ha} contenant 5000 pieds. Moins de huit jours après l'opération, le visiteur (il y en a eu beaucoup) doué de l'odorat le plus fin pouvait parcourir le vignoble dans toutes les directions sans percevoir la moindre odeur empyreumatique.

» Les badigeonnages employés contre l'*œuf d'hiver* se terminent au commencement de mars au plus tard; la floraison de la vigne s'accomplit en avril et mai; les vendanges se font six mois après seulement, en septembre; les viticulteurs pourront donc employer ce traitement sans la moindre préoccupation pour le goût de leurs vins les plus fins.

» Il n'y a nulle contradiction entre le fait que je signale et ceux que M. Max. Cornu vient de faire connaître. Une vigne, en effet, est dans de tout autres conditions selon qu'elle vit au grand air où qu'elle végète dans l'atmosphère confinée et viciée d'une serre. »

CORRESPONDANCE.

M. le SECRÉTAIRE PERPÉTUEL signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les « Documents sur les falsifications des matières alimen-

([1]) *Comptes rendus*, séance du 18 septembre 1882, p. 511.

taires, et sur les travaux du laboratoire municipal », publiés par la Préfecture de Police de Paris. (Présenté par M. Wurtz.)

M. le **Secrétaire perpétuel** donne lecture de la dépêche suivante, qui lui est adressée de Munich, au sujet d'expériences concernant l'application de la méthode de M. *Marcel Deprez* pour le transport de la force par l'électricité.

« Munich, 2 octobre, $11^h 40^m$.

» Nous sommes heureux de vous annoncer que l'expérience de M. Marcel Deprez, ayant pour but de transporter une force par fil télégraphique ordinaire, entre Miesbach et Munich (distance 57^{km}), a pleinement réussi.

» Le Comité pour les essais électro-techniques,

» *Le premier Président*,

» Dr V. Beetz. »

» *Le Secrétaire*,

» V. Miller.

S. M. l'**Empereur du Brésil** adresse à l'Académie la nouvelle dépêche suivante :

« Rio, 26 septembre, $10^h 20^m$.

» *Note Cruls*. — Grande comète australe visible de jour observée aujourd'hui. Queue 30°. — Présence sodium et carbone.

» 25 septembre. — Visible de jour au sud de Rio 18, 19, 20. Vue par moi aujourd'hui de $4^h 10^m$ à $5^h 40^m$ matin. Splendide 26. » D. Pedro de Alcantara. »

ASTRONOMIE. — *Observations des comètes Barnard et Common* (1882), *à l'Observatoire de Lyon*. Note de M. **Ch. André**.

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie les renseignements suivants sur les comètes récemment annoncées.

A. — *Observations de la comète Barnard* (1882) *par* M. Gonnessiat, *à l'équatorial de* 6 *pouces* (0^m,162) *Brunner de l'Observatoire de Lyon*.

Dates. 1882.	Temps moyen de Lyon.	Ascension droite.	Log fact. par.	Déclinaison de la comète.	Log fact. par.	Nombre de comp.	Étoile de comp.
Sept. 24...	$16^h 35^m 38^s$	$7^h 39^m 46^s,39$	$\bar{1},446n$	$7°0'30'',4$	0,755	3 : 3	*a*

Position de l'étoile de comparaison a.

Ascension moyenne 1882,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1882.	Réduction au jour.	Autorité.
$7^h 45^m 36^s,00$	$+2^s,60$	$+7°10'4'',3$	$-7'',5$	B.B.IV + 7°,1849

» B. Le 24 et le 26 septembre, un peu avant le lever du Soleil, et dans des éclaircies de courte durée, nous avons vu, à l'œil nu, la comète signalée par M. Common dans la circulaire n° 56 de Dun-Echt.

» Son éclat et sa grandeur étaient sensiblement les mêmes dans les deux observations. Elle possédait un noyau très condensé et très brillant, et sa queue, limitée sur les bords par deux lignes très nettes, était visible à l'œil nu sur une étendue d'au moins 8°.

» Il ne m'a pas été possible de faire de comparaison; sa position très approximative, et que je ne donne qu'à titre de simple renseignement, était, pour le premier jour :

Date.	Temps moyen de Lyon.	Ascension droite.	Déclinaison.
24 septembre....	$17^h 0^m$	$10^h 57^m$	$-4° 35'$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe de fonctions uniformes de deux variables indépendantes.* Note de M. E. Picard, présentée par M. Hermite.

« On connaît les remarquables recherches de M. Poincaré sur les fonctions uniformes d'une variable, se reproduisant pour un groupe de substitutions linéaires faites sur cette variable. Les premiers exemples de telles fonctions avaient été donnés par l'inversion du quotient de deux intégrales de certaines équations différentielles linéaires du second ordre, et M. Poincaré a d'ailleurs établi que toute fonction fuchsienne pouvait être obtenue par l'inversion du quotient de deux intégrales d'une équation linéaire du second ordre à coefficients algébriques. Dans une Communication précédente, j'ai déjà succinctement indiqué comment ce point de vue pouvait être étendu au cas de deux variables : considérons, à cet effet, un système d'équations linéaires simultanées aux dérivées partielles

$$s = ap + bq + cz, \quad r = a_1 p + b_1 q + c_1 z,$$

où les a, b, c sont fonctions algébriques des variables x et y, et supposons que ces équations aient trois solutions communes ω_1, ω_2, ω_3 linéairement indépendantes. Le cas où les équations

$$\frac{\omega_2}{\omega_1} = u, \quad \frac{\omega_3}{\omega_1} = v$$

donnent pour x et y des fonctions uniformes de u et v nous conduit à des fonctions de deux variables analogues aux fonctions fuchsiennes.



» Un exemple de ces diverses circonstances nous est donné par les équations

$$3(x-y)s = p - q,$$

$$9x(x-1)(x-y)r + (5x^2 - 4xy - 3x - 2y)3p + 3y(1-y)q - (x-y)z = 0,$$

qui admettent les trois solutions communes, linéairement indépendantes,

$$\int_0^g \frac{du}{v},$$

où

$$v^3 = u(u-1)(u-x)(u-y),$$

g désignant successivement x, y et l'unité.

» Pour bien fixer les idées, supposons x et y réels, et compris entre zéro et un, et soit x inférieur à y. Effectuons les intégrales précédentes le long de l'axe réel, en évitant seulement dans les deux dernières les points x et y par des demi-cercles infiniment petits situés d'un même côté de l'axe réel; nous supposons, de plus, que, dans les trois intégrales, v a, dans le voisinage de $u = 0$, la même détermination. Nous obtenons ainsi trois intégrales que les équations différentielles permettent d'étendre pour toute valeur de x et y. Ceci posé, considérons les équations

$$\frac{-\lambda \int_0^x \frac{du}{v} + \lambda^2 \int_0^y \frac{du}{v}}{\int_0^x \frac{du}{v} + \lambda^2 \int_0^y \frac{du}{v} + \lambda \int_0^1 \frac{du}{v}} = u, \quad \frac{\lambda \int_0^x \frac{du}{v} + \int_0^y \frac{du}{v}}{\int_0^x \frac{du}{v} + \lambda^2 \int_0^y \frac{du}{v} + \lambda \int_0^1 \frac{du}{v}} = v,$$

où

$$\lambda = \frac{-1 + i\sqrt{3}}{2}.$$

x et y ainsi définis sont des fonctions uniformes de u et v. Si l'on pose

$$u = u' + iu'', \quad v = v' + iv'',$$

ces fonctions ne sont définies que pour les valeurs de u et v satisfaisant à l'inégalité

$$2v' + u'^2 + u''^2 < 0.$$

» Après avoir donné un exemple de fonctions uniformes de deux variables se reproduisant pour un groupe de substitutions linéaires, en partant de deux équations aux dérivées partielles, je veux me placer maintenant à un autre point de vue et prendre pour point de départ le groupe

des substitutions qui doivent laisser la fonction invariable. C'est à ce second point de vue que se place M. Poincaré au début de ses recherches sur les fonctions d'une variable, mais on doit remarquer qu'il se présente une grande différence entre les deux questions; car, tandis qu'à tout groupe discontinu dans le cas d'une variable correspond une fonction fuchsienne, il ne correspond pas toujours, dans le cas de deux variables, pour un groupe discontinu donné, des fonctions uniformes qui se reproduisent pour les substitutions de ce groupe. Peut-être pourrai-je, un jour, présenter quelques développements sur ce point difficile, mais je me bornerai, aujourd'hui, à un cas particulier. Considérons le groupe de substitutions

$$(1)\qquad \left(u,\ v,\ \frac{A_3+B_3v+C_3u}{A_1+B_1v+C_1u},\ \frac{A_2+B_2v+C_2u}{A_1+B_1v+C_1u}\right),$$

où les A, B, C satisfont aux relations

$$\begin{gathered}
C_1\gamma_2+C_2\gamma_1+C_3\gamma_3=A_1\beta_2+A_2\beta_1+A_3\beta_3=1,\\
A_1\alpha_2+A_2\alpha_1+A_3\alpha_3=0,\\
B_1\beta_2+B_2\beta_1+B_3\beta_3=0,\\
C_1\alpha_2+C_2\alpha_1+C_3\alpha_3=0,\\
C_1\beta_2+C_2\beta_1+C_3\beta_3=0,
\end{gathered}$$

sur lequel j'ai déjà présenté quelques considérations arithmétiques (*Comptes rendus*, mars 1882).

» Les lettres grecques sont les conjuguées des grandes lettres correspondantes, et les A, B, C sont des entiers complexes formés avec les racines cubiques de l'unité. On peut obtenir directement des fonctions de deux variables se reproduisant pour les substitutions de ce groupe; mais remplaçons d'abord les variables u et v par deux nouvelles variables U et V, telles que

$$u=\frac{U}{V+1},\quad v=\frac{1}{2}\,\frac{V-1}{V+1}.$$

» Au groupe (1) correspond évidemment un groupe

$$(2)\qquad \left(U,\ V,\ \frac{M_3+P_3V+R_3U}{M_1+P_1V+R_1U},\ \frac{M_2+P_2V+R_2U}{M_1+P_1V+R_1U}\right).$$

» Ceci posé, soit H(U, V) une fonction rationnelle de U et V restant continue pour tout système de valeurs de U et V satisfaisant à l'inégalité

$$(3)\qquad U'^2+U''^2+V'^2+V''^2<1,$$

(on pose $U = U' + iU''$ et $V = V' + iV''$); la série

$$\sum H\left(\frac{M_3+P_3V+R_3U}{M_1+P_1V+R_1U}, \frac{M_2+P_2V+R_2U}{M_1+P_1V+R_1U}\right)\frac{1}{(M_1+P_1V+R_1U)^{3m}}$$

(m étant un entier supérieur à deux), étendue à toutes les substitutions du groupe (2), est convergente et représente une fonction uniforme et continue de U et V, définie seulement pour les valeurs de U et V qui satisfont à l'inégalité (3). On a de plus, en désignant par F(U, V) cette fonction,

$$\left(\frac{M_3+P_3V+R_3U}{M_1+P_1V+R_1U}, \frac{M_2+P_2V+R_2U}{M_1+P_1V+R_1U}\right) = (M_1+P_1V+R_1U)^{3m}F(U, V),$$

la substitution (M, P, R) étant une substitution quelconque du groupe (2).

» On voit que, en faisant le quotient de deux fonctions F, on obtiendra une fonction $\Phi(U, V)$ restant invariable par les substitutions du groupe proposé.

» Il existe entre trois fonctions Φ une relation algébrique, et l'on peut aussi établir que, étant données deux fonctions Φ_1 et Φ_2, il existe deux équations linéaires aux dérivées partielles à coefficients algébriques ayant trois intégrales communes et donnant, par l'inversion du quotient de ces intégrales, les fonctions Φ_1 et Φ_2. »

PHYSIQUE. — *Hydrodiapasons*. Note de M. C. DECHARME. (Extrait par l'auteur.)

« La construction des instruments que je nomme *hydrodiapasons* repose sur les principes suivants, que j'ai constatés précédemment [1] et que je crois utile de rappeler très brièvement :

» 1° Lorsque deux courants d'eau, de sens contraire et directement opposés l'un à l'autre, sortent par des ajutages *à bords épais* ou munis de disques, il y a *attraction* de ces courants (supposés mobiles), quand la distance des ouvertures est de quelques millimètres seulement; cette attraction augmente très rapidement à mesure que cette distance diminue; 2° si les ajutages sont *à bords minces*, il y a toujours *répulsion*; 3° quand les courants ne sont pas exactement opposés l'un à l'autre, il se produit, à leur rencontre, une *attraction axiale* qui tend à les ramener au parallélisme

[1] *Comptes rendus*, t. XCIV, p. 643; 6 mars 1882. — *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXV, p. 560 et 570.

et à la coïncidence des axes. Dans tous les cas, il peut y avoir *vibrations*. Appliquant ces résultats, j'ai fait construire plusieurs appareils qui ont à peu près la forme des diapasons ordinaires. Je ne décrirai que l'un d'eux.

» Il est formé d'un tube en laiton (de $0^m,50$ de longueur, de $0^m,006$ de diamètre intérieur et de $0^m,001$ d'épaisseur), recourbé en U allongé, dont les branches sont à $0^m,06$ l'une de l'autre. Le milieu de la partie courbe est percé d'une ouverture qui met le tube en communication avec un ajutage de $0^m,014$ de diamètre intérieur, s'adaptant à vis sur un tuyau alimenté par les eaux de la ville. La partie supérieure de chaque branche est recourbée de manière à présenter, presque au contact, les extrémités libres exactement dans le prolongement l'une de l'autre. On peut adapter à ces bouts, à vis, des disques ou des pièces de diverses formes.

» L'appareil étant fixé dans une position quelconque, ou tenu à la main, et les branches convenablement rapprochées, si l'on y fait passer le courant d'eau, il prend aussitôt un mouvement vibratoire régulier, par *attraction* si les ajutages sont à bords épais, et par *répulsion* s'ils sont à bords minces. On peut, en écartant les branches, faire en sorte qu'elles ne frappent pas l'une contre l'autre à chaque vibration; le son est alors plus net et il est facile d'en prendre la hauteur. L'expérience étant beaucoup plus commode à faire quand les branches de l'hydrodiapason, ou seulement leurs extrémités, sont plongées dans l'eau, j'ai trouvé qu'en ce cas l'instrument sans disque donnait la note la_1 (217,5 vibrations simples par seconde), comme son fondamental; mais on percevait en même temps l'harmonique la_2. Je ne doute pas qu'avec des instruments plus courts on n'obtienne des sons plus élevés.

» J'ai remarqué que le *frémissement* très intense que l'on ressent, quand on touche l'hydrodiapason vibrant, est tout à fait semblable à celui qu'on éprouve en touchant les rhéophores d'un appareil voltaïque ou d'induction de faible intensité.

» Avec un diapason de longueur double du précédent et dont les branches sont légèrement déviées à dessein, il se produit des *vibrations gauches* très énergiques, sous l'influence de l'attraction axiale.

» Les hydrodiapasons peuvent fonctionner aussi avec des courants d'air comprimé ou de vapeur d'eau.

» J'expose, dans mon Mémoire, comment on pourrait les utiliser, soit pour entretenir hydrodynamiquement les vibrations des diapasons ordinaires, sans recourir à l'électricité, soit pour en faire des compteurs hydrauliques. »

CHIMIE. — *Sur la nature des mouvements vibratoires qui accompagnent la propagation de la flamme dans les mélanges gazeux combustibles.* Note de MM. **Mallard** et **Le Chatelier**, présentée par M. Daubrée.

« Lorsqu'un mélange gazeux combustible renfermé dans un tube fermé à une extrémité et ouvert à l'autre est allumé à l'extrémité libre, la flamme se propage d'abord lentement, très régulièrement et sans produire aucun son; puis, après un certain parcours, la flamme commence à trembler, sa vitesse s'accélère et surtout devient très irrégulière d'un point à l'autre du tube; enfin on entend un son plus ou moins intense. Dans les premières expériences dont nous avons entretenu l'Académie ([1]), nous nous étions efforcés de mesurer la vitesse de propagation correspondant à la période initiale et régulière de la combustion. Nous avons indiqué par quel artifice on peut prolonger considérablement la durée de cette période.

» L'état variable qui se produit ensuite est également intéressant à étudier; nous avions entrepris cet hiver quelques expériences à ce sujet : elles ont été interrompues par une cause indépendante de notre volonté, et nous n'avons pu les reprendre que dans ces derniers temps. Nous avions reconnu des irrégularités si brusques et si nombreuses dans les vitesses de propagation, qu'il nous a semblé que la méthode photographique seule pouvait donner des résultats utiles; aussi avons-nous employé pour ces recherches l'enregistrement photographique de la flamme.

» Nous avons choisi, pour commencer ces expériences, un mélange gazeux dont la flamme jouit de propriétés photochimiques bien connues : le mélange de bioxyde d'azote et de sulfure de carbone. Mais les résultats que nous avons obtenus nous permettent d'espérer qu'il sera possible d'appliquer la même méthode à l'hydrogène phosphoré, l'hydrogène sulfuré et peut-être l'oxyde de carbone.

» On s'est servi d'abord d'un tube de 3^m de longueur et de $0^m,03$ de diamètre. Le bioxyde d'azote était saturé de vapeurs de sulfure de carbone, à la température de la glace fondante. Un objectif photographique projetait l'image de ce tube sur un cylindre couvert de papier sensible et tournant avec une vitesse connue.

» Les photographies originales obtenues dans ces expériences, que nous

---

([1]) *Comptes rendus*, 18 juillet 1881, t. X, p. 475.

avons l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie, donnent une idée très nette du phénomène.

» On peut relever sur ces photographies toutes les circonstances du mouvement de la flamme. On voit au premier coup d'œil que la flamme, après s'être avancée d'un mouvement sensiblement uniforme, progresse ensuite, en exécutant des oscillations très rapides, dont la régularité, la durée et l'amplitude varient d'un point à l'autre.

» Le *mouvement uniforme* s'est propagé jusqu'à $0^m,75$ de l'orifice du tube, c'est-à-dire sur un quart de sa longueur. La vitesse a été de $1^m,10$ par seconde.

» Au delà, la courbe présente des ondulations accusant l'existence d'un *mouvement vibratoire* de la flamme et, par suite, de la masse gazeuse. Ces ondulations ont soit la forme de sinusoïdes, indiquant un mouvement vibratoire simple, soit des formes plus complexes, indiquant la superposition de plusieurs mouvements vibratoires, ayant ou non des périodes communes. Les points où le mouvement vibratoire est simple sont généralement espacés d'un ou deux quinzièmes de la longueur du tube.

» Les *durées* des différents mouvements vibratoires qui se succèdent varient de $0^s,025$ à $0^s,0034$. Elles sont entre elles dans les rapports simples des nombres 1, 2, 3, 4, 6. Mais nous n'avons pu reconnaître de relations entre ces temps et la position que la flamme occupe dans le tube. Il n'y a rien là d'étonnant, car la masse gazeuse qui vibre est composée de deux colonnes distinctes : l'une de gaz brûlés, l'autre de gaz froids, dont les densités et les longueurs varient à chaque instant.

» L'*amplitude* paraît plus grande pour les mouvements vibratoires de plus longue période, mais elle augmente surtout vers les derniers tiers de la longueur du tube, c'est-à-dire au point où se trouve un des ventres de vibration du tube, quand il rend le premier harmonique du son fondamental. L'amplitude des vibrations peut alors devenir énorme ; elle a atteint dans une de nos expériences $1^m,10$, plus du tiers de la longueur totale du tube.

» Nous ferons remarquer, en passant, que, les oscillations de la flamme étant précisément celles des tranches gazeuses en combustion, nos expériences donnent pour la première fois une idée précise de l'amplitude des mouvements vibratoires d'une masse gazeuse qui émet un son.

» A ces mouvements vibratoires considérables correspondent nécessairement des *pressions* très élevées. En calculant cette pression d'après la variation des volumes mesurés par l'oscillation de la flamme, on trouverait une

pression moyenne d'au moins 5^{atm}. Cette pression, il est vrai, ne se maintient que quelques dix-millièmes de seconde; mais, pendant ce temps, elle a pu projeter avec violence le bouchon qui fermait le tube et qui pourtant était enfoncé à frottement dur sur une longueur de $0^m,03$. On conçoit, d'après cet exemple, les pressions énormes qui peuvent se développer ainsi dans les mélanges très rapides dont la vitesse initiale n'est plus de 1^m seulement, comme dans le cas actuel, mais d'une vingtaine de mètres, comme dans le mélange H + O. Nous aurons l'occasion, dans une prochaine Communication, de revenir sur l'importance théorique de ces faits.

» La *vitesse moyenne* de propagation paraît s'accélérer à mesure que l'amplitude et la rapidité des vibrations deviennent plus considérables. Les limites extrêmes des vitesses ont été, dans une expérience, $1^m,10$ et $5^m,40$; dans une autre, $0^m,97$ et $8^m,60$. Dans une autre expérience, il y a eu production de l'onde explosive de MM. Berthelot et Vieille; elle a pris naissance dans la période des grandes vibrations, c'est-à-dire aux deux tiers de la longueur du tube. Le dernier tiers du tube, dans lequel s'est propagée l'onde, a été complètement pulvérisé.

» L'*éclat* de la flamme varie pendant les phases successives d'une même vibration. Pendant le mouvement de recul, l'éclat est moindre que pendant le mouvement d'avant. Les différences d'éclat croissent avec l'amplitude du mouvement vibratoire; elles doivent sans doute se rapporter à des changements de pression. On sait, en effet, que l'éclat des flammes gazeuses augmente rapidement avec leur densité.

» Nous avons répété ces mêmes expériences avec un tube de $0^m,01$ de diamètre. La flamme s'est toujours éteinte après un parcours de $1^m,50$ environ. Le mouvement vibratoire a commencé à se produire bien plus tôt, après un parcours de $0^m,18$, au lieu de $0^m,75$ dans les tubes de $0^m,03$. L'amplitude des vibrations s'est accrue aussi plus rapidement : elle était de $0^m,20$ après un parcours de $0^m,70$. La vitesse moyenne de propagation, très faible au commencement, a atteint $4^m,50$ à $0^m,50$ de distance de l'orifice du tube, puis s'est à peu près complètement annulée, un peu avant l'extinction de la flamme.

» Le rétrécissement du tube favorise donc le développement du mouvement vibratoire, et, par suite, toutes les conséquences de cette agitation : perturbations dans la vitesse de propagation, développement de pressions plus ou moins considérables, etc. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du chlorure d'aluminium anhydre sur l'acétone.* Note de M. **E. Louïse**, présentée par M. Friedel.

« L'acétone additionnée de chlorure d'aluminium anhydre entre brusquement en ébullition. En entretenant la réaction à l'aide d'une douce chaleur et par des additions successives de chlorure d'aluminium, le mélange des deux substances se transforme, au bout d'une vingtaine d'heures, en une masse solide noirâtre que surnage une couche de liquide également noire.

» Le produit brut de la réaction, distillé dans la vapeur d'eau, laisse passer un liquide jaune insoluble dans l'eau, dont le rendement varie de 35 à 40 pour 100 du poids de l'acétone employée.

» Ce liquide se compose de produits condensés de l'acétone, mélangés à des combinaisons chlorées peu stables de ces mêmes produits. Après avoir traité par la potasse alcoolique, repris par l'eau et desséché sur du chlorure de calcium, j'ai soumis ce mélange à la distillation.

» La portion la plus volatile se compose en grande partie d'oxyde de mésityle, bouillant de 128°-130°, liquide incolore, mobile, possédant l'odeur de menthe poivrée. Les analyses et la densité de vapeur conduisent à la formule $C^6H^{10}O$.

» $0^{gr},35$ de substance ont donné

CO^2.................	0,938
H^2O.................	0,327

» D'où l'on tire la composition centésimale :

		La formule $C^6H^{10}O$ exige
C....................	73,08	73,4
H....................	10,04	10,2
O....................	»	16,4

» La densité de vapeur a été trouvée égale à 3,51 ; la densité théorique serait 3,39.

» La portion la moins volatile se compose de phorone cristallisable et de produits de condensation supérieurs qui ne cristallisent pas.

» Il est donc facile d'isoler la phorone en plongeant le liquide dans un mélange réfrigérant et en décantant la partie qui surnage les cristaux. Ceux-ci sont placés ensuite dans un bain d'eau froide, dont on élève gra-

duellement la température en même temps qu'on les essore à l'aide de la trompe.

» On recueille ainsi des cristaux parfaitement secs, de couleur jaune pâle, possédant l'odeur caractéristique de la phorone cristallisée; ils fondent à 28° en donnant un liquide qui distille de 195° à 196°.

» Les analyses et la densité de vapeur viennent confirmer la formule $C^9H^{14}O$.

» $0^{gr},306$ de substance ont donné :

CO^2	0,8745
H^2O	0,282

d'où l'on tire la composition centésimale :

		La formule $C^9H^{14}O$ exige
C	77,94	78,26
H	10,24	10,14
O	»	11,59

» La densité de vapeur a été trouvée égale à 4,51, la densité théorique serait 4,77.

» Le chlorure double d'aluminium et de sodium agit sur l'acétone d'une façon analogue [1]. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur l'épithélium sécréteur du rein des Batraciens.* Note de M. J. **Bouillot**, présentée par M. Alph.-Milne Edwards.

« Malgré les nombreux travaux publiés sur l'anatomie générale et l'histologie du rein, la structure de son épithélium, surtout en ce qui concerne les Vertébrés inférieurs, est loin d'être complètement connue.

» Ayant repris l'étude du rein des Batraciens [2], j'ai pu, grâce aux procédés les plus récents de la technique histologique, découvrir un certain nombre de faits dont j'ai l'honneur de faire connaître aujourd'hui à l'Académie le résumé.

» Le tube urinifère du rein des Batraciens comprend, ainsi que l'ont parfaitement établi les auteurs qui se sont occupés de son étude, cinq segments distincts; mais de tous, le plus important est le second, qui, par sa position, correspond au tube contourné du rein des Mammifères.

---

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de M. Loir, à la Faculté des Sciences de Lyon.

[2] Ces recherches ont été faites au laboratoire de Zoologie anatomique, dirigé par M. A.-Milne Edwards. Elles ont porté sur les genres Rana, Bufo, Triton et Axolotl.

» Heidenhain, dans son travail sur l'anatomie et la physiologie du rein, ne s'étend que peu sur la structure de l'épithélium, et, dans un article plus récent, il le décrit encore comme formé de cellules cylindriques ou cubiques sans structure spéciale.

» D'après mes propres recherches, cet épithélium est constitué par des cellules polyédriques, sans membrane d'enveloppe ni cuticule, mais présentant le plus souvent sur leur face libre une bordure assez épaisse, frangée, d'un aspect tout particulier.

» Ces cellules renferment dans leur intérieur des striations granuleuses, ainsi qu'un réseau de fibrilles très ténues, correspondant sans aucun doute au réseau intracellulaire décrit par Klein dans les épithéliums glandulaires des Mammifères.

» Les mailles de ce réseau renferment dans leur intérieur une substance hyaline, et la bordure que l'on remarque sur la face libre des cellules n'est probablement due qu'à une condensation de cette même substance.

» Elle s'en détache en différents points sous forme de petites masses sphériques qui cheminent dans l'intérieur du tube et qu'un examen microscopique permet de retrouver dans l'urine; ce phénomène se répétant un certain nombre de fois, la bordure diminue d'épaisseur et peut même disparaître complètement.

» A l'état normal, ces particularités ne s'observent que sur un nombre relativement limité de cellules, sur celles qui se trouvent à la période d'activité; elles s'exagèrent sous l'influence de certains agents chimiques, du chlorhydrate de pilocarpine par exemple. (Je signale seulement le fait, espérant y revenir avec plus de détails dans une prochaine Communication.)

» Quant aux noyaux de ces cellules, ils présentent de très grandes variations de structure et de dimension; quelques-uns d'entre eux sont manifestement en voie de multiplication, et celle-ci paraît s'opérer et par bourgeonnement, et par division proprement dite, d'après le mode établi par Flemming; car j'ai pu retrouver plusieurs des stades que ce savant a décrits et figurés.

» Cette multiplication est encore affirmée par la présence dans certaines cellules de trois ou quatre noyaux, petits, irréguliers, et se colorant par les réactifs beaucoup plus fortement que leurs voisins: ce sont les noyaux provenant des divisions les plus récentes. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Cause du Rot des raisins, en Amérique.* Note de M. **Ed. Prillieux**, présentée par M. Duchartre.

« En Amérique, à côté de la maladie du Mildew, on signale presque toujours celle du Rot, qui y fait, dit-on, de grands ravages en s'attaquant aux raisins. Ce terme de *Rot* paraît avoir servi à désigner plusieurs maladies différentes. On admet généralement, avec M. Planchon, qu'il s'applique le plus souvent à une maladie analogue ou identique à l'anthracnose. On a trouvé sur les raisins atteints du Rot, en Amérique, de nombreuses fructifications d'un *Phoma* (*Ph. uvicola,* Berk. et Curt.), et l'on a considéré ce petit champignon comme la cause de la maladie. En France, M. Cornu a vu parfois, sur des grains tachés par l'anthracnose, un *Phoma;* ce serait, selon lui, l'une des formes de fructification du parasite qui produit l'anthracnose. Sur les taches meurtries des raisins attaqués par le *Peronospora* j'ai trouvé aussi parfois diverses productions cryptogamiques, particulièrement des *Phoma;* mais, dans ce cas, il était bien certain que le *Phoma* n'était pas la cause de l'altération du grain et qu'il se développait sur la partie du fruit que le *Peronospora* avait tuée. N'en serait-il pas de même en Amérique?

» Grâce à l'obligeance d'un cryptogamiste américain des plus distingués, M. Farlow, j'ai pu étudier des grains de raisin atteints du Rot. Ils ont été récoltés à Saint-Louis (Missouri), par M. Engelmann, et sont couverts de *Phoma uvicola*. En les traitant comme je l'avais fait pour les raisins grillés des vignes attaquées par le Mildew, j'ai pu constater avec une certitude complète que leur pulpe était envahie par le mycélium du *Peronospora*.

» Il est donc certain que le Rot des vignes du Missouri est dû à la pénétration du *Peronospora* dans les grains du raisin et que la maladie des grappes des vignes attaquées par le Mildew cette année en France n'est autre chose que le Rot des Américains.

» Il résulte en outre de cette observation que le *Phoma uvicola* n'est pas, comme on l'a cru jusqu'ici, la cause du Rot; il ne tue pas les grains, mais se développe sur ceux qui sont morts, désorganisés par le mycélium du *Peronospora*. »

M. A. **Bleunard** adresse une Note relative à une nouvelle pile, analogue à la pile au bichromate de potasse, mais dans laquelle ce sel est remplacé par du chlorhydrate d'ammoniaque.

M. **Daubrée** fait hommage d'un Rapport qu'il a présenté à M. le Ministre des Travaux publics, au nom de la Commission d'étude des moyens propres à prévenir les explosions de grisou, instituée par la loi du 26 mars 1877, dans laquelle l'Académie des Sciences s'est fait représenter, conformément à l'invitation qu'elle avait reçue de M. le Ministre de l'Instruction publique. A ce document est annexé un Rapport de MM. Mallard et Le Chatelier sur les travaux de cette Commission.

L'un et l'autre Rapport sont des sommaires qui se réfèrent aux divers documents déjà publiés pour la Commission.

M. Daubrée présente les observations suivantes :

« Réunir en un faisceau tous les faits acquis sur ce sujet, les coordonner et les préciser, combler autant que possible les lacunes que présentent les notions scientifiques actuelles, et préparer ainsi de nouveaux progrès de la pratique : tel est le programme que nous nous sommes tracé.

» Le point de départ de nos travaux a été marqué par un Rapport très étendu de M. l'ingénieur en chef des mines, Haton de la Goupillière, que la Commission avait chargé de lui présenter un tableau d'ensemble des connaissances acquises sur le grisou.

» Le même Rapporteur a repris son œuvre deux années plus tard pour la compléter à l'aide de l'abondante moisson de faits recueillis, soit dans les enquêtes auxquelles la Commission s'est livrée, soit dans les séries d'expériences qu'elle a instituées et poursuivies. Le second Rapport de M. Haton de la Goupillière, dont l'exposition est remarquablement concise et claire, de même que le premier, a été apprécié à l'étranger comme il l'a été parmi nous.

» Une centaine d'inventions de toutes sortes, dont quelques-unes se prétendaient infaillibles, ont été soumises à notre examen, soit par le Ministère, soit directement par leurs auteurs. Chacune d'elles a fait l'objet d'un examen attentif, et plusieurs d'entre elles ont motivé des études spéciales et de longues discussions. Un bien petit nombre ont résisté au contrôle de cette épreuve, ainsi qu'on peut le voir dans les Rapports imprimés par extraits qui concernent toutes ces inventions.

» Les travaux personnels des membres de la Commission forment un ensemble considérable.

» Les recherches expérimentales de MM. Mallard et Le Chatelier, membres du corps des Mines, sur la température d'inflammation du grisou, sur la vitesse avec laquelle se propage l'inflammation, sur la température de combustion, sur le rôle attribué aux poussières charbonneuses dans les accidents de grisou et sur d'autres sujets jusqu'alors peu connus méritent une mention toute spéciale pour leur intérêt scientifique. Ils sont imprimés dans les Pièces annexes. Plusieurs résultats obtenus par ces savants ingénieurs paraissent destinés à être mis à profit dans la pratique de l'exploitation des mines; car personne n'ignore à combien d'applications des découvertes purement théoriques ont déjà conduit.

» D'ailleurs la Commission, loin de s'en tenir à ses propres lumières, a tenu à puiser largement à toutes les sources d'information.

» Tous les règlements des mines à grisou de la France et de l'étranger, qu'il a été possible de se procurer, ont été mis à contribution. Ils ont fourni la matière d'un travail très judicieux de coordination et de discussion, dû à M. l'Inspecteur général des mines de Souich, intitulé : « Rapport » sur la réglementation des mines à grisou ». La Commission s'en est servie pour préparer un document auquel elle a apporté tous ses soins, sous le titre de : « Principes à consulter dans l'exploitation des mines à grisou ». Dans ces instructions, elle a classé méthodiquement, sous forme de préceptes simples et nets, accompagnés de notes explicatives, tous les conseils utiles et vraiment pratiques que, dans l'état actuel de nos connaissances, il lui a paru possible d'adresser aux exploitants. Il n'est pas douteux que ce manuel, sans être impératif, attentivement étudié et appliqué, ne contribue à diminuer beaucoup le nombre et l'importance des catastrophes.

» Pour une œuvre aussi délicate, la Commission a tenu à réunir toutes les garanties, notamment celle du contrôle et de la controverse techniques. Une édition provisoire des Principes à consulter avait été adressée aux ingénieurs, aux savants, aux exploitants qu'elle pouvait intéresser, avec une circulaire destinée à provoquer leurs observations. Un assez grand nombre d'entre eux ont été appelés à déposer dans le sein de la Commission. D'autres ont envoyé des réponses écrites, dont plusieurs ont une haute valeur. Tous ces documents ont été revus et discutés dans de nombreuses séances.

» Toutefois, avant d'arrêter une rédaction définitive des Principes à

consulter, la Commission a voulu aussi utiliser d'autres renseignements pris à l'étranger.

» Visiter les principales mines à grisou de la Belgique, de l'Angleterre et de l'Allemagne pour y observer, d'une part, les mesures techniques de précaution qui y sont prises; d'autre part, pour y constater la manière dont sont appliqués les règlements spéciaux afférents à ces mines : tel est le programme de la mission que nous avons confiée à MM. Pernolet et Aguillon. Le Rapport de ces ingénieurs forme trois volumes, relatifs aux trois pays visités. Publiés par la Commission, ils ont été mis à profit dans ses discussions intérieures, et les exploitants de mines y trouveront d'ailleurs des documents utiles.

» Il convenait aussi, pour combattre le grisou, de consulter les funèbres annales des ravages passés pour les houillères de la France. Une statistique méthodique, aussi utile que patiente, a été préparée par MM. les ingénieurs des mines Petitdidier et Lallemand, pour plus de sept cents accidents de grisou survenus dans notre pays. Cette statistique, dressée sur des rapports officiels, embrasse une période de plus de soixante années. Les tableaux résumant ce travail ont été coordonnés en un atlas, dont l'impression sera prochainement achevée. Les causes directes ou indirectes de l'accumulation du grisou et de son inflammation ressortiront clairement de la lecture de ces tableaux.

» A côté du rôle de l'ingénieur, celui du médecin devait naturellement trouver sa place dans ces études. Une instruction médicale sur les accidents des mines, à un point de vue général, a été récemment préparée par l'Académie de Médecine. Mais, comme la question du grisou réclamait des développements spéciaux que cette œuvre ne pouvait admettre, sans perdre ses proportions, notre Commission a obtenu de M. le docteur Paul Regnard un formulaire simple et pratique sur les premiers soins à donner aux ouvriers blessés à la suite des explosions. Ils ont été imprimés dans nos documents annexes.

» L'étude des appareils de sauvetage permettant de pénétrer dans les milieux irrespirables, dont la Commission l'avait aussi chargé, a conduit M. Regnard à un appareil nouveau, fondé sur l'idée ingénieuse de la révivification de l'air expiré, par l'absorption de l'acide carbonique et par l'addition d'oxygène. Cet appareil a été expérimenté par la Commission, dans une des caves de l'École des Mines.

» Le Rapport de MM. Mallard et Le Chatelier précise les principaux

résultats des travaux de la Commission dont je viens d'esquisser succinctement l'historique.

» Pour connaître ces études, il convient de se reporter à nos diverses publications, notamment à celles que je viens de mentionner, ainsi qu'aux « Extraits des procès-verbaux autographiés des séances » et aux « Pièces » annexées aux procès-verbaux ».

» D'ailleurs, tous les Mémoires et documents qui nous ont été adressés constituent des archives que nous avons déposées à l'École des Mines.

» Depuis que la Commission du grisou fonctionne en France, d'autres Commissions ont été instituées pour le même objet et par les gouvernements, en Angleterre, en Belgique, dans la Saxe royale et en Prusse. Un rapport de M. l'ingénieur des mines Aguillon, imprimé dans les « Pièces annexes », expose ce que nos voisins ont fait dans la direction que nous-mêmes avons activement poursuivie ».

M. Daubrée, en présentant à l'Académie le « Catalogue de la collection des météorites du Muséum d'Histoire naturelle au 1er juillet 1882 » (1), fait les observations suivantes :

« Comme suite aux Catalogues de la collection de météorites au Muséum, qui ont été successivement publiés les 15 décembre 1863, 15 décembre 1864, 31 mars 1868 et 1er août 1878, j'ai l'honneur de présenter à l'Académie le Catalogue de cette même collection au 1er juillet 1882.

» L'examen de ce Catalogue, comparé aux précédents, montre d'abord les accroissements qui ont enrichi la série des chutes représentées au Muséum.

» Leur nombre s'élève à 306, y compris celles des fers météoriques, aussi certaines que les autres, bien que la plupart n'aient pas eu de témoins.

» Parmi les nouvelles acquisitions, il en est qui méritent d'être particulièrement mentionnées.

» Telles sont, en première ligne, celles que nous devons à l'inépuisable générosité de notre savant Correspondant M. Lawrence Smith, de Louisville. Elles comprennent une masse de fer découverte au Mexique, à Cohahuila, pesant 150kg, ainsi que plus de trente autres échantillons de météorites, tous d'une grande valeur scientifique et pécuniaire.

» Feu Mgr l'évêque de Saint-Brieuc David mérite aussi notre gratitude

(1) Ce Catalogue a été édité par M. G. Masson.

pour le gros bloc de la météorite de Maël-Pestivien, tombé le 26 novembre 1874, du poids de plus de 4^{kg}, dont il nous a fait don.

» M. Alexandre Herschel s'est dessaisi en notre faveur d'un spécimen de la pierre de Middelsborough (14 mars 1881).

» Des échanges faits avec le British Museum, le Musée de Vienne et des particuliers ont également diminué le nombre de nos lacunes.

» Parmi nos achats, qui sont très nombreux, il faut mentionner celui d'un gros bloc de plus de 50^{kg} de la masse tombée à Estherville, aux États-Unis, le 10 mai 1879, et qui est très remarquable par sa nature minéralogique et par sa structure, ainsi que de nombreux représentants de la chute qui a eu lieu le 3 février dernier à Mocs, en Transylvanie.

» Déjà, sur le Catalogue de 1868, j'avais substitué, à la simple distinction adoptée jusque-là des pierres et des fers météoriques, une classification proprement dite, comprenant les catégories que j'ai désignées sous les noms d'*Holosidères*, de *Syssidères*, de *Sporadosidères* (qui se subdivisaient en Polysidères, Oligosidères et Kryptosidères) et enfin d'*Asidères*.

» Dans le Catalogue actuel, on trouvera chacune de ces classes de météorites distribuée entre les divers types lithologiques que l'analyse minéralogique a permis d'y reconnaître et dont la plupart ont été établis par M. Stanislas Meunier.

» Cette disposition a rendu indispensable d'ajouter au Catalogue méthodique un index alphabétique, permettant de retrouver immédiatement une chute quelconque au milieu de cette classification.

» Une autre innovation, introduite d'ailleurs à l'exemple du *British Museum*, consiste dans une introduction qui, en quelques pages, résume toutes les notions essentielles sur le phénomène de la chute, sur l'historique de la question et sur les caractères les plus généraux des masses provenant des espaces célestes qui échouent sur notre globe. »

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 OCTOBRE 1882.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Dumas** communique à l'Académie les résultats des travaux du *Comité international des Poids et Mesures* pendant sa session de 1882 :

« Le Comité international des Poids et Mesures, qui relève des dix-neuf États signataires de la Convention du Mètre de 1875, vient de clore sa session annuelle réglementaire à Paris.

» Le Comité a d'abord étudié dans plusieurs séances toutes les questions scientifiques et administratives qui rentrent dans ses attributions. Il a reçu communication d'une dépêche du Gouvernement français annonçant qu'un marché vient d'être passé par l'Administration française avec la maison Matthey et Cie, de Londres, pour la fourniture des règles et des cylindres en platine iridié, destinés à devenir des mètres et des kilogrammes pour tous les États contractants. Il a ensuite entendu les rapports des deux Commissions nommées l'an dernier pour la comparaison directe, avec le mètre et le kilogramme déposés aux Archives de France, d'un mètre et d'un kilogramme nouvellement fabriqués. Ces deux Commissions mixtes étaient composées par moitié de membres de la Section française et de membres du Comité international; elles devaient déterminer l'équation de ces deux

prototypes, construits avec la nouvelle matière adoptée, par rapport aux anciens étalons français fabriqués en platine à l'époque de la fondation du système métrique décimal. Les résultats obtenus sont on ne peut plus satisfaisants : la longueur du nouveau mètre à traits en platine iridié, à zéro degré, a été trouvée égale, à $\frac{6}{1000}$ de millimètre près, à celle du mètre à bouts des Archives à la même température; le poids du nouveau kilogramme est le même que celui du kilogramme des Archives, à moins de $\frac{1}{100}$ de milligramme près. Cette valeur et celle de la distance entre les traits délimitatifs du nouveau mètre, diminuée de $\frac{6}{1000}$ de millimètre, ont été adoptées à l'unanimité par le Comité international, dans sa dernière séance, comme valeur provisoire du kilogramme et du mètre pour les travaux du Bureau international de Breteuil, jusqu'au sanctionnement par la Conférence des prototypes à construire pour les différentes nations associées. Cette résolution marque une étape importante dans la marche scientifique des opérations du Bureau international des Poids et Mesures, fondé à frais communs par les Gouvernements intéressés.

» En somme, cette session du Comité international fait entrevoir la prochaine et heureuse issue des efforts que les Gouvernements et les Savants des États contractants ont voués au développement et à la propagation universelle du système métrique, basé désormais sur des prototypes uniformes et inaltérables. »

ASTRONOMIE. — *Sur une nouvelle théorie du Soleil, par le Dr* C.-W. Siemens. Note de M. Faye.

« Il paraît que cette théorie a vivement frappé nos physiciens, car, à peine a-t-elle paru à Londres, qu'elle a été traduite et publiée en France sous diverses formes, et en particulier dans le dernier numéro des *Annales de Chimie et de Physique*. Je suppose que cet empressement avait principalement pour objet l'annonce d'expériences nouvelles qui ont été instituées par l'auteur sur l'action chimique de la lumière. On sait que, sous l'action de la lumière *et avec l'intervention de la chlorophylle des végétaux*, la vapeur d'eau et l'acide carbonique sont décomposés à la température ordinaire et ramenés à la forme combustible, charbon et hydrogène diversement associés. M. Siemens a cherché si la seule action de la lumière du Soleil ne produirait pas cette décomposition quand on lui soumet, sans autre intermédiaire, la vapeur d'eau et le gaz carbonique excessivement raréfiés, ramenés, par exemple, au vide de $\frac{1}{1800}$. Ses expériences, auxquelles

il ne manque, à mon avis, qu'une contre-épreuve facile à instituer, auraient donné des résultats tout à fait affirmatifs. Ainsi, les gaz brûlés ayant été amenés à une raréfaction telle qu'ils ne livraient plus passage à l'étincelle d'induction, il a suffi de quelques heures d'exposition à la lumière du Soleil pour que le mélange laissât passer cette étincelle avec la coloration bien connue qu'elle prend dans les milieux hydrocarburés ([1]).

» Considérant ces belles expériences comme décisives, M. Siemens a été conduit à se demander si ce phénomène ne jouerait pas, dans l'univers, un rôle plus considérable encore que dans la vie végétative. En supposant l'espace rempli de gaz analogues, déjà brûlés, la lumière du Soleil revivifierait les combustibles hydrogène et carbone, lesquels seraient tout prêts à fournir l'aliment d'une combustion nouvelle.

» En les ramenant à lui et en les brûlant de nouveau, le Soleil récupérerait une bonne partie de la chaleur énorme qu'on est affligé de lui voir rayonner en pure perte dans les espaces célestes.

» M. Siemens est conduit ainsi à émettre l'hypothèse suivante : L'espace serait rempli de gaz brûlés, vapeur d'eau et acide carbonique, mêlés à des gaz inertes, azote, etc., à peu près comme ceux de notre atmosphère, à $\frac{1}{2000}$ de pression. Ces gaz seraient partiellement transformés en combustibles sous l'action de la lumière solaire; puis, par un mécanisme semblable au ventilateur d'une soufflerie, le Soleil les ramènerait à lui, les brûlerait et les renverrait dans l'espace. Cette immense source de chaleur se raviverait continuellement; la seule partie perdue de son rayonnement serait celle qui ne serait pas absorbée par le milieu cosmique de $\frac{1}{2000}$ de densité.

» Il est bien vrai que de l'air à $\frac{1}{2000}$ serait, pour le physicien, un vide presque absolu, au point que, dans ce vide-là, l'étincelle électrique ne saurait plus passer. Mais, pour l'astronome, un pareil milieu serait bien grossier. Lorsqu'on parle en Astronomie de la résistance d'un milieu ou de l'éther, et qu'à l'aide des observations les plus délicates, des calculs les plus profonds, on cherche des traces de cette résistance, il s'agit de tout autre chose.

» Sans entrer dans ces discussions, je rappellerai que la trajectoire d'un boulet de canon, animé de 500^m de vitesse, est déjà assez altérée au bout de quelques secondes pour que les artilleurs soient forcés de tenir compte de la résistance de l'air dans leurs Tables de tir.

([1]) Le vide fait dans une cloche où l'on a introduit au préalable une goutte d'essence de térébenthine, par exemple.

» Si l'air est réduit au $\frac{1}{2000}$, mais que la vitesse du projectile devienne celle des mouvements célestes, 60 fois plus grande par exemple, ces grossiers effets deviendront, pour une foule de projectiles célestes de dimensions comparables à nos boulets, deux fois plus grands que dans nos champs de tir, non plus au bout de quelques années ou de quelques siècles, mais au bout de quelques secondes.

» En second lieu, il me paraît que le célèbre physicien anglais a un peu négligé d'examiner la quantité de matière qu'il ajoute au système solaire. Sous l'influence de l'attraction, cette matière irait s'unir aux astres préexistants, au Soleil surtout, et en augmenterait continuellement la masse. Rien de plus facile que de s'en faire une idée. Un litre d'air comprenant la dose voulue de vapeur d'eau pèse 1^{gr} au moins à la pression ordinaire. A la pression de $\frac{1}{2000}$, ce sera $0^{gr},0005$, et un mètre cube pèsera $0^{kg},0005$. Cela posé, en restreignant le système solaire à une sphère comprenant toutes les planètes jusqu'à Neptune, le poids de la matière rarissime ajoutée par l'hypothèse serait, en kilogrammes,

$$\frac{4}{3}\pi(6400000 \times 24000 \times 30)^3 \times 0^{kg},0005 \text{ [1]}.$$

» Le poids actuel du Soleil est, en kilogrammes, de

$$\frac{4}{3}\pi(64000000)^3 \times 5,6 \times 324000 \text{ [2]}.$$

» Le premier est 100000 fois plus grand que le second. C'est donc 100000 fois la masse du Soleil que l'hypothèse ajoute à celles dont la Mécanique céleste a tenu jusqu'ici un compte si minutieux.

» Il est peu probable que les astronomes adoptent de pareilles hypothèses. Sans doute ils seraient flattés de penser que la nature réserve au Soleil une ressource pour faire durer plus longtemps sa chaleur; mais, comme son refroidissement définitif est, en tout état de cause, une catastrophe encore bien éloignée, ils se consoleront en pensant que les choses de ce monde, même les plus belles, ne paraissent pas faites pour durer toujours.

» Quant aux expériences fondamentales de M. Siemens, elles ne per-

---

(1) Le premier nombre est le rayon de la Terre en mètres; le second, la distance de notre globe au Soleil en rayons terrestres; le troisième, la distance de Neptune en parties de la distance du Soleil.

(2) Le premier nombre est le rayon de la Terre en décimètres; le second, la densité moyenne de notre globe rapportée à celle de l'eau; le troisième, la masse du Soleil rapportée à celle de la Terre.

dront rien, à leurs yeux, de leur importance. Il s'agit de surprendre un secret de la nature vivante, une des lois du monde organique : ils feront des vœux pour que M. Siemens en poursuive le cours si brillamment commencé, bien qu'ils n'en espèrent pas, pour leurs études propres, une bien vive lumière. »

MÉCANIQUE. — *Du choc de deux sphères en ayant égard à leur degré d'élasticité et au frottement développé au contact.* Note de M. **H. Resal.**

« Je me propose, dans cette Note, de faire une nouvelle application de la formule générale que j'ai établie dans ma dernière Communication. Je supposerai que chacune des sphères est composée de couches concentriques homogènes, dont la densité peut varier de l'une à l'autre couche, et que les sphères sont libres.

» Je prendrai pour axe des x la droite qui joint les centres C, C' de la sphère choquante et de la sphère choquée, en plaçant l'origine en un point O situé au delà de C par rapport à C'.

» Les notations ci-après, relatives à la première, s'appliqueront à la seconde, en les affectant d'un accent quand il y aura lieu d'établir une distinction.

» Soient

R, M, $\frac{MR^2}{k}$ le rayon, la masse, le moment d'inertie par rapport à un diamètre de la sphère choquante;

f le coefficient du frottement développé au contact;

ε le coefficient dont doit être affectée la force vive due aux vitesses perdues dans deux corps après le choc;

et à un instant quelconque du choc,

χ, η, ζ les composantes parallèles à Ox, Oy, Oz de la vitesse du centre de gravité C;

n, p, q les composantes semblables de la rotation de M autour de ce point;

X la pression exercée par M sur M';

Y, Z les composantes suivant Oy et Oz du frottement auquel elle donne lieu;

v_y, v_z les composantes semblables de la vitesse de glissement v de M sur M'.

» Les éléments du mouvement qui se rapportent au commencement et à la fin du choc seront respectivement caractérisés par les indices o et 1.

» On peut faire abstraction des rotations n, n', qui n'interviennent pas dans la direction du frottement, ni dans l'équation des forces vives, puisqu'elles restent constantes pendant toute la durée du choc.

» On a

$$(1)\qquad \left\{\begin{array}{l} M\dfrac{d\chi}{dt} = -X, \quad M\dfrac{R^2}{k}\dfrac{dp}{dt} = RZ; \\ M\dfrac{d\eta}{dt} = -Y, \quad M\dfrac{R^2}{k}\dfrac{dq}{dt} = -RY; \\ M\dfrac{d\zeta}{dt} = -Z; \end{array}\right.$$

$$(2)\qquad \left\{\begin{array}{l} M'\dfrac{d\chi'}{dt} = X, \quad M'\dfrac{R'^2}{k'}\dfrac{dp'}{dt} = R'Z; \\ M'\dfrac{d\eta'}{dt} = Y, \quad M'\dfrac{R'^2}{k'}\dfrac{dq'}{dt} = -R'Y; \\ M'\dfrac{d\zeta'}{dt} = Z; \end{array}\right.$$

$$(3)\qquad v_y = \eta - \eta' + Rq + R'q', \quad v_z = \zeta - \zeta' - pR - p'R';$$

$$(4)\qquad Y = fX\frac{v_y}{v}, \quad Z = fY\frac{v_z}{v}; \quad \text{d'où} \quad \frac{Y}{Z} = \frac{v_y}{v_z} = \frac{\eta - \eta' + Rq + R'q'}{\zeta - \zeta' - Rp - R'p'}$$

» En remplaçant dans la troisième des formules (4) le rapport $\frac{Y}{Z}$ par sa valeur résultant de la division de la seconde et de la troisième des formules (1), on trouve

$$(5)\qquad \frac{d\eta}{\eta - \eta' + Rq + R'q'} = \frac{d\zeta}{\zeta - \zeta' - Rp - R'p'}.$$

» Des équations (1) et (2) on déduit facilement, par des éliminations de Y, Z suivies d'intégrations,

$$\eta' = \eta'_0 - \frac{M}{M'}(\eta - \eta_0), \quad Rq = Rq_0 + k(\eta - \eta_0), \quad R'q' = R'q'_0 + \frac{Mk'}{M'}(\eta - \eta_0),$$

$$\zeta' = \zeta'_0 - \frac{M}{M'}(\zeta - \zeta_0), \quad Rp = Rp_0 - k(\zeta - \zeta_0), \quad R'p' = R'p'_0 - \frac{Mk'}{M'}(\zeta - \zeta_0);$$

en faisant la substitution de ces valeurs dans l'équation (5), on obtient la suivante :

$$\frac{d\eta}{\eta_0 - \eta'_0 + Rq_0 + R'q'_0 + \left(1 + k + \dfrac{Mk'}{M'}\right)(\eta - \eta_0)} = \frac{d\zeta}{\zeta_0 - \zeta'_0 - Rp_0 - R'p'_0 + \left(1 + k + \dfrac{Mk'}{M'}\right)(\zeta - \zeta_0)}.$$

» De son intégration résulte que le rapport des dénominateurs, ou $\frac{v_y}{v_z}$, reste constant. Ainsi, *pendant toute la durée du choc, la direction du frottement est constante et ne dépend que du mouvement relatif des deux corps à l'instant où le choc commence.* Ce théorème est dû à Coriolis, mais il l'a seulement démontré dans le cas de deux sphères identiques.

» En prenant maintenant un nouvel axe des y parallèle au frottement, il sera facile de déterminer en fonction de celles qui précèdent les valeurs de η_0, ζ_0, p_0, q_0, η'_0, ζ'_0, p'_0, q'_0 qui se rapportent à cet axe et sa perpendiculaire, valeurs que nous considérerons, par suite, comme connues.

» Comme nous avons maintenant $Z = 0$, nous pourrons faire abstraction de ζ, ζ', p, p', puisqu'ils restent constants et qu'ils ne donneraient, par suite, aucun terme dans l'équation des forces vives. Nous ferons remarquer que la condition $v_z = 0$ se réduit à la suivante :

$$\zeta_0 - \zeta'_0 = Rp_0 + R'p'_0.$$

» De ce qui reste des équations (1), (2), en y faisant $Y = fX$, on déduit, en les intégrant entre les limites de la durée du choc,

$$(6)\quad \left\{\begin{aligned} &M(\chi_1 - \chi_0) = -\int X\,dt, \quad \frac{MR}{k}(q_1 - q_0) = -f\int X\,dt,\\ &M(\eta_1 - \eta_0) = -f\int X\,dt, \quad \frac{M'R'}{k'}(q'_1 - q'_0) = -f\int X\,dt,\\ &M'(\chi'_1 - \chi'_0) = \int X\,dt,\\ &M'(\eta'_1 - \eta'_0) = f\int X\,dt.\end{aligned}\right.$$

» En prenant pour inconnue principale

$$(7)\quad \omega_1 = \chi_0 - \chi_1,$$

les équations précédentes donnent

$$(8)\quad \left\{\begin{aligned} &\eta_0 - \eta_1 = f\omega_1, \qquad q_0 - q_1 = \frac{fk}{R}\omega_1,\\ &\chi'_0 - \chi'_1 = -\frac{M}{M'}\omega_1, \quad q'_0 - q'_1 = \frac{fM}{M'}\frac{k'}{R'}\omega_1,\\ &\eta'_0 - \eta'_1 = -\frac{fM}{M'}\omega_1.\end{aligned}\right.$$

» Au moyen de ces valeurs, et en se reportant au théorème de Kœnig, on trouve pour la force vive perdue par les deux corps à la fin du choc

$$(a)\quad M\omega_1(A - B\omega_1),$$

en posant

$$(9)\qquad \begin{cases} A = 2[\chi_0 - \chi'_0 + f(\eta_0 - \eta'_0 + Rq_0 + K'q'_0), \\ B = \left(1 + \frac{M}{M'}\right)(1 + f^2) + f^2\left(k + \frac{M}{M'}k'\right). \end{cases}$$

On trouve aussi pour la force vive due aux vitesses perdues, affectées du coefficient ε,

$$(b)\qquad \varepsilon M B \omega_1^2.$$

Si w est la vitesse de glissement de M′ sur M à l'instant de la plus grande compression, on a, en ayant égard à la première des formules (6),

$$(c)\qquad -2w\int X f dt = -2Mf\omega_1 w.$$

» L'expression (a) devant être égale à la somme des expressions (b) et (c), il vient

$$(10)\qquad A - B\omega_1 = \varepsilon B\omega_1 - 2fw.$$

Si l'on caractérise les éléments du mouvement à l'instant de la plus grande compression en supprimant l'indice 1, on a de même, en remarquant qu'il faut prendre ici $\varepsilon = 1$,

$$(10')\qquad A - B\omega = \varepsilon B\omega - 2fw.$$

De cette équation et de la précédente, on déduit

$$\omega_1 = \frac{2\omega}{1+\varepsilon};$$

mais on a $\chi' = \chi$, et la seconde des équations (8) donne

$$\chi'_0 - \chi = -\frac{M}{M'}\omega = -\frac{M}{M'}(\chi_0 - \chi),$$

d'où

$$\chi = \frac{\chi'_0 + \frac{M}{M'}\chi_0}{1 + \frac{M'}{M}},$$

$$\omega = \frac{\chi_0 - \chi'}{1 + \frac{M}{M'}},$$

et

$$(11)\qquad \omega_1 = \frac{2}{1+\varepsilon}\,\frac{\chi_0 - \chi'_0}{1 + \frac{M}{M'}},$$

valeur qui est la même que s'il n'y avait pas de frottement. Partant de là, on déterminera tous les éléments du mouvement après le choc au moyen des équations (7) et (8). »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Objections d'ordre mécanique à la théorie actuelle de l'électricité.* Note de M. A. LEDIEU.

« I. L'introduction, dans la flotte, d'engins électriques puissants m'a conduit à rechercher une liaison entre la théorie de ces engins et celle que j'ai donnée des machines à feu, d'après la Thermodynamique expérimentale; mais je me suis tout de suite heurté à des difficultés inextricables, résultant des principes ayant cours dans la science actuelle de l'électricité. Du reste, de l'avis de la plupart des physiciens et plus encore des ingénieurs de la spécialité, cette science présente à l'esprit bien des idées confuses, surtout depuis ses dernières extensions.

» A son début, dans le premier quart de ce siècle, elle formait, avec l'hypothèse fondamentale de deux ou d'un seul fluide, un corps de doctrine fictif, mais parfaitement cohérent, aussi bien dans ses points de départ nettement définis, malgré l'obscurité de leur nature, que dans son contexte, qui comportait une *statique sui generis.*

» La découverte de la pile eut comme conséquence, vers 1820, la création de l'électricité *cinétique,* comprenant d'abord les lois des actions réciproques des courants sur les aimants et entre eux, et, quelques années plus tard, les lois de leur propagation. Ce nouveau faisceau de connaissances fut encore basé sur l'hypothèse d'un ou de deux fluides; mais il constitua une branche distincte de la précédente, avec une homogénéité propre, en raison de ses points de départ spéciaux et de sa mécanique particulière.

» Bientôt, on se proposa de fondre en une seule les deux théories *fictives* dont il s'agit; puis, sous l'empire des progrès de la Thermodynamique, on entreprit d'introduire la notion féconde et *réelle* d'énergie. Malheureusement, en effectuant ces combinaisons, on conserva les idées et les formules déjà acquises, au lieu de reprendre l'ensemble des questions sous un nouvel aspect. Dès lors, les deux mécaniques spécifiques mentionnées ci-dessus se trouvèrent mélangées tant entre elles qu'avec des principes de la vraie Mécanique. Il en est résulté une doctrine désormais hétérogène et exposée à mettre au jour d'incontestables contradictions dynamiques.

» II. Nos principales objections porteront sur la notion actuellement classique des forces électromotrices, soit partielles, soit totales, et sur celle

des courants électriques, quantités qui jouent un rôle capital et incessant dans la science en vue.

» La *force électromotrice partielle* s'entend de la force s'exerçant sur l'unité de masse électrique située en un point donné d'un champ de l'espèce, et résultant de toutes les actions du système électrique considéré sur cette masse. D'après une démonstration connue d'électricité *statique*, elle a pour expression $-\frac{dV}{dn}$, c'est-à-dire la dérivée en signe contraire du potentiel V, prise par rapport à la coordonnée n dirigée suivant la normale à la surface d'égal potentiel ou de niveau passant par le point précité; de plus, elle agit suivant cette même normale.

» D'autre part, en électricité *cinétique*, la loi de Ohm interprétée par M. Kirchhoff, en substituant l'idée de potentiel à celle de tension, se résume de la façon la plus générale dans l'équation différentielle

$$di = -a\frac{dV}{dn}dS. \tag{1}$$

di représente ici la différentielle de l'intensité du courant à un moment voulu et en un point déterminé de son circuit complet supposé de conductibilité a audit point : c'est *par définition* la différentielle de la valeur *instantanée* de la quantité d'électricité qui traverse *normalement*, à chaque unité de temps, l'élément dS de la surface de niveau passant par le point donné.

» III. Il importe, dès l'abord, de remarquer que la définition précédente implique l'hypothèse notable que voici :

» (α) *Chacune des masses élémentaires électriques constituant le flux se meut toujours dans la direction même de la force électromotrice correspondante.*

» Or cette hypothèse exige, de par la Mécanique, que la matière pondérable du conducteur exerce sur le courant une résistance telle, qu'en supprimant l'action de la pile, chaque masse élémentaire du flux s'arrête, malgré son excessive vitesse, au bout d'un espace négligeable par rapport au plus petit des rayons de courbure de la trajectoire décrite par la masse considérée.

» Une pareille déduction est acceptable; car l'expérience montre que les courants modifient à la longue l'agrégation de la matière des conducteurs, et que, d'ailleurs, ils l'échauffent, c'est-à-dire augmentent sa force vive vibratoire, quand ils la traversent sans s'écouler totalement en dehors. Or de pareils effets indiquent bien une action relativement considérable entre le flux électrique et la matière en question. Mais nous verrons (§ VI)

que cette même action est laissée de côté, ou au moins prise en considération d'une manière très incorrecte, dans le calcul de l'*énergie* des courants.

» IV. Auparavant, nous allons examiner diverses conséquences de l'équation (1) dans la supposition, jusqu'ici demeurée libre, de la *constance* respective du flux en chaque endroit du circuit.

» En pareille conjecture, on prouve que le fluide électrique possède partout, à l'intérieur du conducteur, la densité normale qui constitue l'état neutre, eu égard à la substance de ce conducteur. Cette conclusion se concilie avec l'hypothèse de deux électricités; car il suffit alors de regarder les deux fluides comme se trouvant sans cesse en même quantité dans chaque élément de volume, et comme se mouvant en deux courants égaux et de directions opposées. Mais, dans l'hypothèse d'un seul fluide, la plus probable aujourd'hui, la conclusion qui nous occupe oblige à admettre que la quantité normale d'électricité, incessamment contenue dans chaque élément de volume du conducteur, subit d'incessantes décompositions et recompositions analogues à celles qu'indique la loi de Grotthuss. Cette nécessité, soit dit en passant, n'est signalée dans aucun ouvrage. Il semble entendu, plus ou moins explicitement, que le fluide en mouvement est du fluide à l'état neutre. Or ceci ne saurait être, puisque la *masse électrique* de toute portion d'un pareil fluide est nulle, et, par suite, ne peut ressentir l'action de la force électromotrice.

» La conclusion précitée a encore pour conséquence que : les masses électriques qui donnent lieu au potentiel doivent tout au plus venir affleurer la *surface* du conducteur. Il faut donc qu'elles soient réparties dans la matière isolante ou dans la couche d'air qui recouvre cette surface. Cependant la revue de toutes les expériences qui seraient de nature à constater le fait conduit à des résultats peu ou point probants; elle met donc en évidence une première contradiction.

» V. La supposition de la *constance* du courant en chaque point du circuit entraîne, d'après l'équation (1), la condition

$$(2) \qquad \frac{dV}{dn} = \textit{une constante propre à chaque point.}$$

» Or, V étant aussi fonction des coordonnées des masses électriques actionnantes, cette relation exige ou qu'il y ait immobilité de ces masses, malgré la réaction qu'elles subissent nécessairement de la part du flux actionné, ou qu'il se produise des compensations déterminées dans leurs

déplacements. Mais l'un ou l'autre de ces corollaires étant inadmissible, il suit de là une deuxième contradiction.

» A l'hypothèse précitée de la *constance* du courant, joignons maintenant celle d'un conducteur homogène ou non, mais de forme allongée et de très petites sections relativement à sa longueur, et ajoutons-y la supposition d'un *isolement complet* de ce conducteur, empêchant toute déperdition extérieure d'électricité. Il est admis comme rationnel (quoique ce soit loin d'être évident) que le flux se meut alors normalement aux sections *droites* du conducteur et que, par suite, ces sections deviennent des surfaces de niveau. En pareil cas, si l'on ajoute aux diverses conditions précédentes celle d'une *égale* intensité du courant sur tout son circuit, les équations (1) et (2) conduisent à la formule bien connue

$$i = \frac{e}{r}. \tag{3}$$

e s'appelle ici *force électromotrice totale* de la portion de circuit considérée. Son expression la plus générale est $-\sum\int\frac{dV}{dn}\,dn$, et convient non seulement au cas d'un conducteur hétérogène, mais encore au cas où il existe des chutes brusques du potentiel en divers endroits de ladite portion.

r, de son côté, constitue la *résistance* afférente à cette même portion, et sa valeur peut se représenter par $\sum\int\frac{dn}{a\times S}$.

» Avec les définitions précédentes, la formule (3) est, à la rigueur, logiquement applicable au circuit *complet* d'une pile formée de couples de Volta dont les extrêmes sont réunis par un long fil. Mais il n'en est plus de même pour les piles à liquide; et ce n'est que par empirisme qu'on emploie alors la formule en question, et non comme une conséquence *permise* de la loi de Ohm. Aussi la fraction de r afférente à l'intérieur de la pile cesse présentement d'avoir une signification nette, ainsi du reste que la force électromotrice concernant cet intérieur. Enfin l'étude de cette même force oblige de recourir à la loi expérimentale de Joule, et se trouve par suite entachée des erreurs de principe, que nous allons relever dans la démonstration *a posteriori* de cette loi.

VI. Pour la démonstration dont il s'agit, on part du travail élémentaire d^2W produit dans le temps dt, par les forces agissant sur chaque élément dq de masse électrique du courant; et l'on écrit

$$d^2W = -dq\left(\frac{dV}{dn}\right)dn = -dq\,dV. \tag{4}$$

» Nous constatons là une répétition de la deuxième contradiction spécifiée au § V; car, en posant $\left(\frac{dV}{dn}\right) dn = dV$, on admet encore que les coordonnées des masses électriques actionnantes demeurent immobiles. Toutefois, on reste ainsi conséquent avec les prémisses.

» Mais il surgit une objection plus capitale encore. Et effectivement, reportons-nous à la déduction de l'hypothèse (α), sur laquelle nous avons annoncé (§ III) devoir revenir.

» D'après cette déduction, l'équation (4) devrait comprendre, outre le travail provenant de la force électromotrice, le travail dû aux actions de la matière pondérable sur les masses électriques du courant. On opposera peut-être à notre objection qu'il est tenu compte de ces actions dans le terme r de l'intensité $i = \frac{e}{r}$ du courant, intensité dont on se sert pour passer de ladite équation à la formule de Joule $W = iet$. Mais ce terme deviendrait de la sorte un coefficient absolument empirique, destiné à rectifier après coup la relation en litige et à faire cadrer les défaillances du raisonnement avec les résultats de l'expérience. »

M. **E. Cosson** fait hommage à l'Académie de la première livraison des « *Illustrationes floræ atlanticæ* (*Pl.* 1 à 25) », qu'il vient de publier.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **A. Roux**, Mme **de Bompar**, M. **J. Soussial**, M. **B.-V. Chinode** adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, la livraison de novembre 1881 du *Bullettino* publié par le prince *Boncompagni*.

Ce numéro contient la suite de la Bibliographie néerlandaise des Ouvrages dont les auteurs sont nés aux XVIe, XVIIe et XVIIIe siècles, sur les Sciences mathématiques et physiques, par M. *Bierens de Haan*, et un article « Sur l'histoire des Sciences naturelles chez les Arabes; poids spécifiques; » par M. *Eilardo Wiedemann*; traduction italienne de M. *A. Sparagna*.

ASTRONOMIE. — *Observations de la grande comète (Cruls), faites à l'Observatoire de Marseille*; par M. Borrelly. (Transmises par M. Stephan.)

Dates. 1882.	Heures des observations (temps moyen de Marseille). h m s	Ascension droite de la comète. h m s	Distance polaire de la comète. ° ′ ″	Log. fact. par. en ascension droite.	Log. fact. par. en distance polaire.	Étoiles de comp.
Sept. 30.....	17.33.58	10.41.31,57	96.52.57,0	$-\bar{1},6060$	$-0,8035$	*a*
Octob. 1.....	17.22.13	10.39.38,85	97.22.18,1	$-\bar{1},6106$	$-0,8039$	*b*
3.....	17.20.43	10.36. 8,08	98.19.21,4	$-\bar{1},6045$	$-0,8077$	*c*
6.....	16.55.16	10.31.24,13	99.41.14,1	$-\bar{1},6132$	$-0,8079$	*c*

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1882,0.

Étoiles.	Noms des étoiles.	Ascension droite. h m s	Distance polaire. ° ′ ″	Autorité.
a	3603 B.A.C..................	10.25. 4,52	97. 1.58,0	Cat. B.A.C.
b	620 Weisse (*A. C.*) H. X........	10.35.57,34	97.26.22,4	Cat. Weisse.
c	629 Weisse (*A. C.*) H. X........	10.36.32,39	98. 6.40,4	Cat. Weisse.
d	515 Weisse (*A. C.*) H. X........	10.30.25,17	99.58.15,5	Cat. Weisse.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Théorèmes sur les fonctions d'un point analytique.* Note de M. Appell, présentée par M. Bouquet.

« I. Soit $F(x, y) = 0$ une équation algébrique entre x et y, et $Z(\xi, \eta)$ l'intégrale abélienne normale de seconde espèce qui a pour pôle le point analytique (ξ, η). Considérons la surface de Riemann correspondante et, sur l'un des feuillets, traçons une courbe fermée limite complète C qui ne comprenne dans son intérieur aucun point de ramification. La surface de Riemann est, de cette façon, séparée en deux parties : la première constituée par les points intérieurs, la seconde par les points extérieurs à cette courbe.

» Soit $f(x, y)$ une fonction du point analytique (x, y) uniforme à l'*extérieur* de la courbe C et régulière en tous les points de la surface de Riemann, situés en dehors de cette courbe. Désignons par (x, y), (x_0, y_0) deux points analytiques situés en dehors de la courbe C, le point (x_0, y_0) étant la limite inférieure de l'intégrale $Z(\xi, \eta)$. On a alors la relation fondamentale

$$(1) \qquad f(x, y) = f(x_0, y_0) + \frac{1}{2\pi i}\int_C Z(\xi, \eta)\, f(\xi, \eta)\, d\xi,$$

où l'intégration est étendue à la suite des points analytiques (ξ, η) qui constituent la courbe C.

» Ce théorème est analogue au théorème suivant, qui n'est qu'une légère modification d'un théorème bien connu : *Soit une fonction $f(x)$ d'une variable x holomorphe à l'*extérieur *d'un contour* C'; *on a, en désignant par x et x_0 deux points situés à l'extérieur de ce contour,*

$$(2)\qquad f(x) = f(x_0) + \frac{1}{2\pi i}\int_{C'}\left(\frac{1}{x-\xi} - \frac{1}{x_0-\xi}\right)f(\xi)\,d\xi,$$

l'intégrale étant prise le long du contour C'.

» II. Supposons que la courbe C tracée sur un feuillet de la surface de Riemann soit un cercle dont le centre se trouve au point analytique (a, b). On conclut alors, de l'équation (1), que la fonction $f(x, y)$ est développable en une série de la forme

$$(3)\qquad f(x,y) = f(x_0, y_0) + \sum_{\nu=0}^{\nu=\infty} A_\nu Z^{(\nu)}(a, b),$$

où les coefficients A_ν sont indépendants de (x, y), et où l'on désigne par $Z^{(\nu)}(a, b)$ ce que devient la dérivée $\frac{d^\nu Z(\xi, \eta)}{d\xi^\nu}$ quand on y remplace (ξ, η) par (a, b). La série (3) est convergente en tous les points analytiques (x, y) représentés par des points de la surface de Riemann situés à l'extérieur du cercle C.

» Cette proposition est analogue au théorème de Cauchy sur le développement en série ordonnée suivant les puissances de $(x - \alpha)$ d'une fonction holomorphe dans l'intérieur d'un cercle de centre α. Pour le montrer, il suffit de remarquer que ce théorème de Cauchy peut être énoncé ainsi : *Une fonction $f(x)$ d'une variable x holomorphe à l'*extérieur *d'un cercle de centre a est représentée par la série*

$$(4)\qquad f(x) = f(x_0) + \sum_{\nu=0}^{\nu=\infty} A_\nu\left[\frac{d^\nu}{d\xi^\nu}\left(\frac{1}{x-\xi} - \frac{1}{x_0-\xi}\right)\right]_{\xi=a},$$

convergente en tous les points extérieurs au cercle considéré.

» Les coefficients A_ν de la série (3) vérifient les p relations

$$(5)\qquad \sum_{\nu=0}^{\nu=\infty} A_\nu \varphi_i^{(\nu)}(a, b) = 0 \quad (i = 1, 2, \ldots, p),$$

les notations étant les mêmes que dans une Note précédente du 13 mars 1882.

» III. La démonstration de ces théorèmes, leur extension au cas où la courbe C serait formée de plusieurs arcs de cercle et leur application aux fonctions doublement périodiques seront données dans un Mémoire qui paraîtra prochainement. Je me borne à faire remarquer ici que les propositions sur les fonctions uniformes doublement périodiques contenues dans le premier paragraphe de ma Note du 3 avril 1882 sont des cas particuliers des théorèmes que je viens d'indiquer. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions fuchsiennes.* Note de M. H. **Poincaré**, présentée par M. Hermite.

« Dans l'étude des fonctions fuchsiennes, j'ai envisagé des séries de la forme suivante :

$$\sum H\left(\frac{\alpha_i z + \beta_i}{\gamma_i z + \delta_i}\right)(\gamma_i z + \delta_i)^{-2m} = \Theta(z), \tag{1}$$

où $H(z)$ est l'algorithme d'une fonction rationnelle, où $\left(z, \frac{\alpha_i z + \beta_i}{\gamma_i z + \delta_i}\right)$ sont les différentes substitutions du groupe fuchsien envisagé, et où m est un entier plus grand que 1.

» J'ai démontré que (pour une même valeur de m) le quotient de deux de ces séries est une fonction fuchsienne. Réciproquement, on peut se demander si toute fonction fuchsienne peut s'exprimer par un pareil quotient. Cette question se ramène à la suivante. J'ai dit déjà que toutes les fonctions fuchsiennes ayant même groupe peuvent s'exprimer rationnellement à l'aide de deux d'entre elles, que j'appelle x et y, et entre lesquelles il y a une relation algébrique, de sorte que toute série de la forme (1) peut être égalée à une expression telle que

$$\left(\frac{dx}{dz}\right)^m F(x, y), \tag{2}$$

où $F(x, y)$ est l'algorithme d'une fonction rationnelle.

» Réciproquement, toute fonction telle que (2) peut-elle être mise sous la forme (1)? Pour fixer les idées, je supposerai qu'il s'agit d'une de ces familles de fonctions fuchsiennes qui n'existent qu'à l'intérieur du cercle fondamental. Nous trouvons d'abord aisément que, pour pouvoir être mise sous la forme (1), l'expression (2) doit s'annuler quand z vient en un des sommets de la deuxième catégorie du polygone R_0.

» *Supposons une fois pour toutes cette condition remplie.*

» Les fonctions telles que (2) peuvent ou bien admettre des infinis (nous dirons alors qu'elles sont de la première espèce), ou bien n'en pas admettre, auquel cas elles seront de la deuxième espèce. De même, les séries telles que (1) seront (sauf des cas exceptionnels que nous laisserons de côté) de la première espèce, et auront des infinis si $H(z)$ a des pôles à l'intérieur du cercle fondamental. Dans le cas contraire, elle sera de la deuxième espèce et n'aura pas d'infini.

» Je dis d'abord que toute expression de la forme (2) et de la deuxième espèce peut être égalée à une série de la forme (1) et de la deuxième espèce. En effet, on démontre que toutes les expressions de la forme (2) de la deuxième espèce peuvent s'exprimer linéairement à l'aide de p d'entre elles, p étant un nombre entier facile à déterminer. Le théorème énoncé sera donc démontré si j'établis qu'il est possible de mettre sous la forme (1) p expressions telles que (2) *linéairement indépendantes entre elles.* Or, dire que cela est impossible, ce serait dire que toutes les séries (1) de la deuxième espèce peuvent s'exprimer linéairement à l'aide de $p-1$ d'entre elles. Mais je dis qu'il n'en est pas ainsi.

» En effet, supposons que toutes les séries (1) de la deuxième espèce s'expriment linéairement à l'aide de $p-1$ d'entre elles, que j'appellerai Θ_1, Θ_2, ..., Θ_{p-1}. Soient $z_1, z_2, \ldots, z_p$ p points choisis *au hasard* à l'intérieur du cercle fondamental. On pourra toujours trouver p nombres $A_1, A_2, \ldots, A_p$ tels que l'on ait

$$\begin{aligned}
&A_1\Theta_1(z_1) + A_2\Theta_1(z_2) + \ldots + A_p\Theta_1(z_p) = 0,\\
&A_1\Theta_2(z_1) + A_2\Theta_2(z_2) + \ldots + A_p\Theta_2(z_p) = 0,\\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,\\
&A_1\Theta_{p-1}(z_1) + A_2\Theta_{p-1}(z_2) + \ldots + A_p\Theta_{p-1}(z_p) = 0.
\end{aligned}$$

On aura alors

$$A_1\Theta(z_1) + A_2\Theta(z_2) + \ldots + A_p\Theta(z_p) = 0,$$

$\Theta(z)$ désignant une série quelconque de la forme (1) et de la deuxième espèce.

» Cela posé, considérons la fonction suivante :

$$\Phi(z, a) = \sum_i \frac{(\gamma_i a + \delta_i)^{-2m}}{\dfrac{\alpha_i a + \beta_i}{\varphi_i a + \delta_i}}.$$

» Soit $\left(z, \dfrac{\alpha z + \beta}{\gamma z + \delta}\right)$ une quelconque des substitutions de notre groupe

fuchsien, et posons

$$H(a) = \frac{(\gamma z + \delta)^{2m-1} - (\gamma a + \delta)^{2m-1}}{(z - a)(\gamma z + \delta)^{2m-2}(\gamma a + \delta)^{2m-1}}.$$

On aura identiquement

$$\Phi\left(\frac{\alpha z + \beta}{\gamma z + \delta}, a\right) - (\gamma z + \delta)^{2-2m}\Phi(z, a) = \sum_i H\left(\frac{\alpha_i a + \beta_i}{\gamma_i a + \delta_i}\right)(\gamma_i a + \delta_i)^{-2m} = \Theta(a),$$

$\Theta(a)$ désignant une série (1) de la deuxième espèce, où a est regardée comme la variable indépendante. Si donc on pose

$$A(z) = A_1\Phi(z, z_1) + A_2\Phi(z, z_2) + \ldots + A_p\Phi(z, z_p),$$

on aura

$$A\left(\frac{\alpha z + \beta}{\gamma z + \gamma}\right) = (\gamma z + \delta)^{2-2m} A(z);$$

on en conclut que $A(z)$ est de la forme

$$(3) \qquad \left(\frac{dx}{dz}\right)^{1-m} F(x, y),$$

F étant rationnel. D'ailleurs l'expression (3) s'annule comme l'expression (2) quand z vient en un des sommets de la deuxième catégorie. Il serait donc possible de construire une fonction telle que (3), admettant p infinis, $z_1, z_2, \ldots, z_p$ *choisis arbitrairement* et n'en admettant pas d'autre. Or on démontre que cela ne se peut pas. Donc l'hypothèse faite au début est absurde. Donc toute expression (2) de la deuxième espèce peut se mettre sous la forme (1).

» Je dis maintenant que toute expression (2) de la première espèce peut se mettre sous la forme (1) (en supposant toujours qu'elle s'annule quand z vient en un sommet de la deuxième catégorie). En effet, on pourra toujours construire une série (1) ayant les mêmes infinis que l'expression (2), donnée avec les mêmes résidus. La différence de l'expression (2) donnée et de la série (1) ainsi formée sera une expression (2) de la deuxième espèce qui pourra se mettre sous la forme (1). Il en sera donc de même de l'expression (2) donnée.

» Il résulte de ce qui précède que toute fonction fuchsienne n'existant qu'à l'intérieur du cercle fondamental peut s'exprimer d'une infinité de manières par le quotient de deux séries de la forme (1). Des principes analogues sont applicables aux fonctions fuchsiennes qui existent dans tout le plan. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une série pour développer les fonctions d'une variable.* Note de M. **HALPHEN**.

« La série dont il s'agit procède suivant des polynômes entiers, employés déjà par M. Tchebychef ([1]) et par M. Laguerre ([2]) pour former une série toute différente. Ces polynômes étaient connus d'Abel, comme en témoigne une Note dans la récente édition de ses Œuvres ([3]). Voici leur définition générale :

$$\begin{aligned} P_n(x) &= \frac{e^x}{1.2\ldots n}\frac{d^n}{dx^n}(x^n e^{-x}) \\ &= 1 - \frac{n}{1^2}x + \frac{n(n-1)}{(1.2)^2}x^2 - \frac{n(n-1)(n-2)}{(1.2.3)^2}x^3 - \ldots. \end{aligned}$$

J'en fais usage pour développer une fonction ainsi :

$$(1)\quad f(x) = A_1 + A_2 P_1\left(\frac{x}{2\beta}\right) + A_3 P_2\left(\frac{x}{3\beta}\right) + \ldots + A_n P_{n-1}\left(\frac{x}{n\beta}\right) + \ldots,$$

β étant une arbitraire, et les coefficients A_n indépendants de x. Ces coefficients se déterminent par la formule

$$(2)\qquad A_n = \frac{1}{1.2\ldots n}\int_0^\infty f(n\beta x)\frac{d^{n-1}}{dx^{n-1}}(x^n e^{-x})dx.$$

La fonction f n'y figure que sous un signe d'intégration. Néanmoins la série ne saurait représenter une fonction discontinue. Elle ne s'applique non plus à aucune fonction algébrique, hormis les polynômes entiers, ni aux transcendantes les plus usuelles, comme l'exponentielle ou le logarithme.

» *Pour que la série* (1) *s'applique à une fonction* $f(x)$, *il faut et il suffit qu'il existe des nombres* α *rendant infiniment petit le produit* $1.2.3\ldots m.\alpha^m f^{(m)}(x)$ *pour* m *infiniment grand.*

» *Si* α *peut être pris au delà de toute limite,* β *est entièrement arbitraire; dans le cas opposé,* β *doit être choisi entre certaines limites. Dans les deux cas, les formules* (1), (2) *sont exactes, quel que soit* x.

» Comme exemple du premier cas, citons, après les polynômes entiers,

---

([1]) *Mélanges math. et astron.*, t. II, p. 182; Saint-Pétersbourg, 1859.

([2]) *Bulletin de la Société math.*, t. VII, p. 72.

([3]) T. II, p. 284.

la fonction $e^{\sqrt[3]{x}} + e^{\omega\sqrt[3]{x}} + e^{\theta\sqrt[3]{x}}$, où ω et θ sont les racines cubiques imaginaires de l'unité; et, du second cas, la fonction $e^{\sqrt{x}} + e^{-\sqrt{x}}$, pour laquelle le maximum de α est égal à 4.

» Il me suffira, pour la démonstration, d'indiquer les points suivants :

» 1° La fonction $P_{n-1}\left(\frac{x}{n\beta}\right)$ a une limite finie pour n infini. En conséquence, une série de la forme (1), à coefficients donnés, exige, pour sa convergence, une condition nécessaire et suffisante: la convergence de la série $A_1 + A_2 + A_3 + \ldots$. Cette condition satisfaite, la série (1) converge, quel que soit x, et représente une fonction *entière* $f(x)$.

» 2° En même temps que la série (1), converge cette autre

$$(3)\quad \varphi(x) = A_1 + A_2\left(1 - \frac{x}{2\beta}\right) + A_3\left(1 - \frac{x}{3\beta}\right)^2 + \ldots + A_n\left(1 - \frac{x}{n\beta}\right)^{n-1} + \ldots,$$

et la fonction $\varphi(x)$ peut se représenter ainsi

$$\varphi(x) = \int_0^\infty f(tx)e^{-t}dt.$$

» La série (3) appartient à une classe dont j'ai déjà fait l'étude [1]. Les résultats acquis donnent la preuve immédiate de la formule (2) et de la proposition énoncée.

» Voici maintenant la circonstance singulière qu'offre la série (1). Prenons une fonction $f(x)$ qui ne puisse pas être représentée par cette série, et calculons les coefficients A par la formule (2). Le plus souvent, la série converge; elle représente alors une fonction différente.

» Je vais citer quatre exemples, où je fais $\beta = 1$.

» 1° Prenons la fonction discontinue $f(x) = 1$ pour x compris entre zéro et le nombre positif a, et $f(x) = 0$ pour x supérieur à a. De là résultent, pour le coefficient, l'expression exacte

$$A_n = \frac{1}{n^2.1.2\ldots n}\frac{d^{n-2}}{da^{n-2}}\left(a^n e^{-\frac{a}{n}}\right)$$

et l'expression asymptotique $\frac{a^2}{2n^2}$. Donc la série (1) converge, sans représenter $f(x)$.

(1) *Sur une série d'Abel* (*Comptes rendus*, t. XCIII, p. 1003, et *Bulletin de la Société math.*, t. X, p. 67).

» 2° $f(x) = x^\mu$. Cette supposition donne

$$\frac{x^\mu}{\Gamma(\mu+2)} = 1 - \frac{\mu}{1} 2^{\mu-1} P_1\left(\frac{x}{2}\right) + \frac{\mu(\mu-1)}{1.2} 3^{\mu-1} P_2\left(\frac{x}{3}\right) - \frac{\mu(\mu-1)(\mu-2)}{1.2.3} 4^{\mu-1} P_3\left(\frac{x}{4}\right)\cdots,$$

formule exacte dans le seul cas où μ est réel et positif. Néanmoins, dans tous les cas, la série converge, le coefficient de rang n ayant l'expression asymptotique $\frac{e^\mu}{\Gamma(-\mu)} \frac{1}{n}$.

» 3° $f(x) = \log x$. On trouve, C étant la constante d'Euler,

$$F(x) = 1 - C - \frac{1}{1.2} P_1\left(\frac{x}{2}\right) - \frac{1}{2.3} P_2\left(\frac{x}{3}\right) - \frac{1}{3.4} P_3\left(\frac{x}{4}\right)\cdots,$$

série convergente qui ne représente pas le logarithme.

» 4° $f(x) = e^{-zx}$, la partie réelle de z étant supposée positive. On obtient

$$\Phi(x, z) = \frac{1}{(1+z)^2} + \frac{2z}{(1+2z)^3} P_1\left(\frac{x}{2}\right) + \cdots + \frac{(nz)^{n-1}}{(1+nz)^{n+1}} P_{n-1}\left(\frac{x}{n}\right)\cdots.$$

Le coefficient général a pour expression asymptotique $\frac{e^{-\frac{1}{z}}}{n^2 z^2}$. La fonction $\Phi(x, z)$ définie par cette série, quels que soient x et z, est essentiellement différente de e^{-zx}, comme le montre sa composition relativement à z.

» Notre série, comme on voit, est d'une nature particulièrement décevante; c'est par là, je pense, qu'elle doit fixer un instant l'attention ».

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur le baromètre à gravité.* Note de M. **Mascart**.

« Dans une précédente Communication (séance du 17 juillet 1882), j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie la description d'un appareil dans lequel les variations de la pesanteur peuvent être mises en évidence et mesurées par les changements de hauteur de la colonne de mercure qui fait équilibre à la pression d'une masse de gaz; cette méthode présenterait par sa simplicité de grands avantages dans les explorations scientifiques.

» J'ai mis à profit dernièrement une excursion, malheureusement trop courte, dans les pays du Nord, pour vérifier par expérience si l'instrument possède bien la sensibilité que l'on peut en espérer, et surtout s'il est capable de résister aux secousses de toute nature auxquelles il serait exposé

dans les voyages; à ce point de vue, les différents modes de transport auxquels on est obligé d'avoir recours pour aller dans le nord de la Norwège ne laissent rien à désirer.

» Les observations ont été faites à Paris, Hambourg, Copenhague, Stockholm, Drontheim et Tromsö; mais celles de Copenhague, par suite d'un accident, n'ont pas pu être utilisées pour la suite des comparaisons.

» Le calcul de ces observations ne présente aucune difficulté. Si l'on désigne par g_0 l'accélération dans une des stations prise comme point de départ et par g la valeur qu'elle atteint dans une autre station, on déduit directement des lectures et des dimensions de l'appareil le quotient $\frac{g_0 - g}{g}$, lequel est proportionnel au coefficient de dilatation du gaz employé.

» La loi suivant laquelle varie la gravité au niveau de la mer, au moins comme première approximation, depuis l'équateur jusqu'au pôle, permet de comparer ces résultats avec ceux qu'indiquerait la théorie. On peut ainsi évaluer, soit l'erreur relative $\frac{dg}{g}$ commise sur la valeur de l'accélération, soit l'erreur correspondante dl sur la longueur du pendule à seconde, ou l'erreur dn sur le nombre des oscillations pendant vingt-quatre heures.

» J'ai obtenu ainsi, pour les quatre stations comparées à celle de Paris,

	$\frac{dg}{g}$.	dl.	dn.
		mm	s
Hambourg.	— 0,00003	— 0,03	+ 1,2
Stockholm.	— 0,00003	— 0,03	+ 1,1
Drontheim	— 0,00024	— 0,25	+ 10,6
Tromsö.	— 0,00007	— 0,07	+ 3,1

» Je ne veux pas insister sur les valeurs numériques de ces comparaisons, parce que l'appareil était seulement un premier essai grossièrement construit, qui présentait des défauts manifestes, faciles à corriger. D'ailleurs je n'avais pas assez de temps pour donner à chacune des séries d'observations les soins qui seraient nécessaires si l'on voulait en obtenir des nombres définitifs; cependant les erreurs de 1^s à 3^s par jour sont déjà de l'ordre de celles que l'on commet dans la plupart des observations faites avec un pendule. Le nombre relatif à Drontheim est plus éloigné de la théorie; mais, en dehors de l'erreur que l'on doit attribuer à une expérience faite trop rapidement, il peut exister une perturbation locale, car les observations du pendule ont déjà donné pour cette station une variation de même sens, il est vrai, moitié moindre.

» La seule conséquence que je désire tirer de cette épreuve, c'est que le baromètre à gravité est facilement transportable, et que la précision qu'il comporte ne paraît pas inférieure à celle que donnerait l'emploi du pendule. Il n'exige d'ailleurs aucune autre observation que celle du niveau du mercure et de la température, et l'installation peut être faite en moins d'une heure dans une chambre d'hôtel. Il peut donc rendre beaucoup de services, surtout dans les cas très nombreux où le voyageur ne dispose ni de son temps, ni des ressources qu'exigeraient l'usage et l'installation d'instruments astronomiques.

» Cet appareil est encore susceptible d'autres applications, sur lesquelles je me propose de revenir. »

ÉLECTRICITÉ. — *Transmission du travail à grande distance, sur une ligne télégraphique ordinaire.* Note de M. M. **Deprez**.

« Le Comité électrotechnique de l'Exposition d'électricité de Munich m'ayant demandé de répéter sur une ligne télégraphique les expériences de transmission de force, que j'avais déjà faites à travers de grandes résistances, j'ai dû faire transporter, à Munich et à Miesbach, les machines à fil fin, qui m'avaient servi jusqu'alors dans mes expériences de laboratoire.

» La ligne télégraphique mise à ma disposition par l'Administration des lignes télégraphiques allemandes a une longueur de 57^{km}. Le fil conducteur est en fer galvanisé de $4^{mm},5$ de diamètre, et comme, par mesure de prudence, je n'ai pas cru devoir employer la terre, j'ai dû demander l'autorisation d'employer un fil de retour identique au premier. La longueur totale de la ligne parcourue par le contact est donc de 114^{km}, et sa résistance mesurée, de 950^{ohms}. L'isolement est bon, mais ne diffère en rien de celui qui est universellement employé sur toutes les lignes télégraphiques. Les deux machines, situées l'une à Miesbach, l'autre à Munich, sont absolument identiques et présentent chacune une résistance de 470^{ohms}.

» La résistance totale du circuit est donc de près de 1900^{ohms}.

» Dans la première expérience qui ait été faite, on a obtenu immédiatement, à Munich, un travail, mesuré au frein, de 38^{kgm} par seconde (soit $\frac{1}{2}$ cheval) avec une vitesse de 1500 tours par minute. La machine génératrice, située à Miesbach, tournait à la vitesse de 2200 tours. Les deux machines étant identiques, le rapport du travail récupéré à Munich au travail dépensé à Miesbach était, abstraction faite des résistances passives de

toute nature, égal à $\frac{1500}{2200}$, soit plus de 60 pour 100. Les machines employées sont du modèle Gramme dit *type d'atelier*, modifié suivant mes calculs.

» Une forte pluie est tombée pendant presque toute la durée des expériences [1].

» La machine réceptrice sert actuellement à alimenter une cascade de 1^m de largeur et de 3^m de hauteur, au moyen d'une pompe centrifuge.

» Les collecteurs des deux machines présentent des étincelles à peine visibles. L'échauffement des machines est à peine appréciable après deux heures de marche. »

ÉLECTRICITÉ. — *Méthode thermoscopique pour la détermination de l'ohm.* Note de M. G. LIPPMANN.

« On se rappelle que M. Joule [1] a employé une méthode calorimétrique pour la détermination de l'ohm. La méthode que nous allons décrire ne diffère de celle de cet éminent physicien qu'en ce qu'elle n'exige pas que l'on mesure des quantités de chaleur, ni que l'on connaisse l'équivalent mécanique de la chaleur E. Ce dernier point n'est pas sans intérêt; car, dans la méthode calorimétrique de M. Joule, l'approximation finale est limitée par l'incertitude qui existe actuellement sur la valeur exacte du nombre E, c'est-à-dire que l'erreur possible est voisine de $\frac{1}{100}$.

» Le fil dont on veut connaître la résistance électrique r est placé au milieu d'un vase disposé comme un calorimètre au milieu d'une enceinte à température constante. On fait passer dans ce fil un courant électrique dont on mesure l'intensité i. On attend que, grâce à la chaleur dégagée par le courant, le vase ait atteint une température stationnaire; on constate à loisir qu'il en est ainsi, en se servant d'un thermomètre, ou plutôt d'un *thermoscope* sensible, plongé dans le vase. Cela fait, on interrompt le courant; puis on met en mouvement un moteur qui produit un frottement au sein du vase qui contient déjà le fil métallique. La chaleur dégagée par le frottement se substitue à celle qui était tout à l'heure dégagée par le courant électrique. On fait en sorte que la température stationnaire reprenne la

---

(1) Ces résultats ont paru assez remarquables pour que le Comité électrotechnique ait cru devoir les faire connaître, en substance, à l'Académie par un télégramme spécial : ce télégramme a été inséré au *Compte rendu* de la séance précédente.

(2) *Reports of the Committee*, etc., p. 175-190; Londres, 1873.

même valeur que précédemment. On a dès lors $ri^2 = T$, T étant le travail dépensé : d'où la valeur de r. Il est à peine nécessaire d'ajouter que l'appareil à frottement doit se trouver établi à poste fixe dans le vase qui le contient, lors même qu'il ne fonctionne pas encore, et qu'il doit être muni d'un des dispositifs connus, qui permettent de mesurer T; il est plus commode aussi, dans la pratique, de commencer par l'expérience de frottement, et de régler ensuite l'intensité i de manière à retrouver la même température stationnaire. Enfin il pourra être avantageux, pour les appareils de grande capacité, de remplacer l'observation de la température stationnaire par celle de la vitesse d'échauffement.

» Sous la forme que M. Joule avait été conduit à lui donner en 1867, la méthode calorimétrique du physicien anglais repose également sur la mesure de i et sur la mesure d'un travail mécanique, à savoir du travail que l'on produit lors de la détermination de E; et, de plus, elle implique deux mesures calorimétriques, destinées à s'éliminer mutuellement du résultat final : à savoir, la mesure calorimétrique qui accompagne la détermination de E et celle qui accompagne le passage du courant électrique; ces déterminations intermédiaires apportent leurs causes d'erreur et leurs corrections, dues aux imperfections des calorimètres qui servent à les faire. Nous nous en dispensons, en ayant soin de dépenser le travail T et l'énergie électrique ri^2 dans un même vase caloriscopique. La quantité de chaleur dégagée dans ce vase devient inutile à connaître, comme l'est le poids de la tare dans une double pesée; et l'avantage obtenu paraît analogue à celui qu'il y aurait à remplacer deux pesées simples successives, faites avec des balances différentes et des poids différents, par une double pesée de Borda. »

OPTIQUE. — *Sur la polarisation rotatoire du quartz.* Note de MM. **J.-L. Soret** et **Ed. Sarasin**.

« Depuis les premières Communications que nous avons eu l'honneur de présenter à l'Académie sur la polarisation rotatoire du quartz (*Comptes rendus*, t. LXXXIII, p. 818, et t. LXXXIV, p. 1362), nous avons poursuivi nos recherches et fait de nouvelles séries d'observations.

» Une partie de ces dernières déterminations ont été effectuées par un procédé nouveau, ayant pour objet de rendre plus comparables entre elles les deux mesures que l'on prend comme point de départ, pour obtenir l'angle de rotation. Dans celle de ces mesures qui a pour but de déterminer le plan

de polarisation primitif, sans interposition de la plaque de quartz, on amène l'analyseur dans la position où tous les rayons du spectre sont simultanément éteints; dans la seconde mesure, lorsque le quartz est en place, on cherche à amener la coïncidence d'une bande obscure avec une raie du spectre, si l'on opère par la méthode de M. Broch (Fizeau et Foucault) (1). M. von Lang, qui a fait remarquer la possibilité d'une erreur provenant de cette diversité d'apparence, a proposé pour y remédier un procédé très ingénieux, mais qui serait difficilement applicable aux rayons ultra-violets. Nous en avons adopté un autre, dont voici le principe.

» Entre le polariseur et l'analyseur, on place un premier quartz, lévogyre par exemple, d'une épaisseur E; on amène une bande noire en coïncidence avec une raie du spectre; on note la position de l'analyseur. Puis, en laissant le premier quartz, on ajoute un second quartz de rotation inverse, dextrogyre par conséquent, et d'une épaisseur double 2E. L'apparence générale du spectre n'est absolument pas modifiée, les bandes d'interférence ont la même distance et la même largeur que précédemment; mais il y a eu rotation vers la droite de $2E\varphi$ degrés, φ désignant l'angle de rotation pour une épaisseur de 1^{mm}. On ramène une bande noire sur la même raie : de l'angle dont il a fallu tourner l'analyseur (en ajoutant un certain nombre de fois 180°), on déduit la valeur de φ.

» Les résultats auxquels nous sommes arrivés par cette méthode s'accordent avec ceux que nous avions obtenus précédemment.

» Voici le tableau des valeurs de l'angle de rotation, à la température de 20°, qui résultent de l'ensemble de nos mesures sur deux quartz : l'un de 30^{mm}, désigné sous le n° 2; l'autre de 60^{mm}, désigné sous le n° 4. On a mis entre crochets les chiffres se rapportant à des raies d'une mesure difficile et peu sûre, par exemple lorsqu'elles ne sont pas isolées et font partie d'un groupe plus ou moins complexe. Pour les autres raies, nous estimons que les mesures sont exactes à $0^{\circ},3$ près de *a* à *h*, à $0^{\circ},5$ de *h* à Q et à $0^{\circ},1$ au delà de Q (2).

(1) Lorsqu'on opère d'après la méthode de M. Mascart, il y a aussi, quoique à un moindre degré, une différence sensible dans l'apparence observée, suivant que le quartz est ou n'est pas en place; cela résulte de ce que la source de lumière n'est jamais rigoureusement monochromatique.

(2) Ce tableau se rapproche beaucoup de ceux que nous avons précédemment donnés dans les *Comptes rendus* : il en diffère cependant, parce que nous avons adopté pour les longueurs d'onde dans l'ultra-violet les valeurs obtenues depuis par M. Cornu; par l'introduction dans les moyennes des chiffres des nouvelles séries d'observations; par quelques

Raies.	λ.	Angle de rotation à 20°. Quartz n° 2.	Quartz n° 4.	Raies.	λ.	Angle de rotation à 20°. Quartz n° 2.	Quartz n° 4.
A.....	760,4	[12°,668]	[12°,628]	N.....	358,18	[64°,459]	
a.....	718,36	14,304	14,298	Cd 10..	346,55	69,454	
B.....	686,71	15,746		O.....	344,06	70,587	70,588
C.....	656,21	17,318	17,307	Cd 11..	340,15	72,448	
D_2....	589,513	21,684	21,696	P.....	336,00	74,571	74,592
D_1....	588,912	21,727	21,724	Q.....	328,58	78,579	78,598
E.....	526,913	27,543	27,537	Cd 12..	324,70	[80,459]	
F.....	486,074	32,773	32,749	R.....	317,98	[84,972]	[84,991]
G.....	430,725	[42,604]	[42,568]	Cd 17..	274,67	121,052	121,063
h.....	410,12	47,481	47,492	Cd 18..	257,13	143,266	143,229
H....	396,81	[51,193]	[51,182]	Cd 23..	231,25	[190,426]	
K....	393,33	[52,155]		Cd 24..	226,45	201,824	201,770
L.....	381,96	[55,625]		Cd 25..	219,35	220,731	220,691
M....	372,62	58,894	58,876	Cd 26..	214,31	235,972	
Cd 9...	360,90	[63,628]	[63,229]				

» Nous avons précédemment signalé l'accord très approché des résultats de l'observation avec les résultats calculés par la formule de M. Boltzmann, réduite à ses deux premiers termes, si l'on ne sort pas des limites de réfrangibilité du spectre solaire, surtout si l'on ne dépasse pas la raie O dans l'ultra-violet. Pour calculer l'angle de rotation d'un rayon d'une longueur d'onde quelconque entre A et O, on peut donc se servir de cette formule, qui est la suivante :

$$\varphi = \frac{7,1082930}{10^6\lambda^2} + \frac{0,1477086}{10^{12}\lambda^4},$$

λ étant la longueur d'onde dans l'air, exprimée en millimètres.

» Pour les rayons d'une réfrangibilité plus grande que O, la formule devient inexacte, même lorsque, au lieu de deux, on prend trois ou quatre termes de la série, qui d'ailleurs manque de convergence.

» Si, dans cette expression, on substitue à λ, longueur d'onde dans l'air, la valeur l de la longueur d'onde dans le quartz $\left(l = \frac{\lambda}{n}, n \text{ étant l'indice de réfraction ordinaire}\right)$, on obtient une formule qui, réduite à deux termes, représente avec une certaine approximation la rotation observée dans toute

---

rectifications de peu d'importance, auxquelles nous avons été conduits dans la revision des résultats et des calculs.

l'étendue du spectre; cependant la concordance n'est pas complète et les écarts dépassent les erreurs d'observation. En prenant trois termes au lieu de deux, l'accord n'est pas meilleur. En ajoutant à la formule à deux termes un troisième terme Hl^2, la divergence est en général plus grande.

» Dans le cours de nos déterminations, nous avons reconnu que l'influence de la température sur la rotation n'est pas constante pour tous les rayons, comme on l'avait généralement admis, mais qu'elle croît avec la réfrangibilité. Pour la raie 24 du cadmium, la formule de correction entre 0° et 20° est

$$\varphi = \varphi_0(1 + 0,000179t).$$

Le coefficient est donc plus grand que le chiffre 0,000149, obtenu par différents observateurs comme coefficient moyen entre 0 et 100° pour la lumière de la soude, *a fortiori* plus grand que le coefficient entre 0 et 20° pour la même lumière. »

PHYSIQUE. — *Sur les expériences faites pour déterminer la compressibilité du gaz azote*. Note de M. **E.-H. Amagat**. (Extrait.)

« Quelques-uns des auteurs qui, dans ces derniers temps, ont écrit sur le sujet en question, ont émis des assertions dont il me paraît facile d'établir l'inexactitude. Je crois devoir, dans cette Note, rétablir quelques faits, en indiquant les moyens employés et surtout les résultats obtenus.

» Je traiterai spécialement ici des expériences faites par M. Cailletet au puits de la Butte-aux-Cailles, et de celles que j'ai faites moi-même au puits de Verpilleux, à Saint-Étienne, mais non de l'ensemble des recherches que j'ai faites depuis, sur divers autres gaz et à diverses températures. Il me paraît important de bien préciser l'état de la question, alors que ces expériences ont été entreprises.

» On savait, par les expériences de Natterer, faites en 1854, que, lorsqu'on comprime de plus en plus de l'oxygène ou de l'azote, le produit pv de la pression par le volume, qui devrait être constant si la loi de Mariotte était observée, diminue d'abord, passe par un minimum, et croît ensuite indéfiniment. Au surplus, les expériences d'Andrews sur le point critique conduisent forcément à la même conclusion.

» En 1870, M. Cailletet a exécuté des expériences analogues à celles de Natterer et est arrivé à des résultats semblables; mais, dans ces expériences, de même que dans les précédentes, les pressions étaient mesurées par des

manomètres sur les indications desquels il règne de grandes incertitudes et qui ne pouvaient qu'indiquer le sens des résultats. M. Cailletet, sans citer Natterer ni Andrews, signale le fait capital du minimum du produit pv, le seul fait auquel pût conduire l'étude d'un seul gaz, à une température unique, à laquelle il n'est point liquéfiable.

» Dès lors, quand nous avons entrepris nos expériences, M. Cailletet et moi, il ne s'agissait point de trouver une loi, ou le sens d'un phénomène, mais bien de donner des résultats numériquement plus exacts que les résultats précédemment obtenus, de façon à permettre de graduer des manomètres à gaz comprimés et d'étudier ensuite au laboratoire les différentes questions qui nécessitent l'estimation exacte des pressions élevées. Pour arriver à ce but, il n'y avait qu'un moyen certain, c'était d'en revenir au manomètre à air libre; il fallait donc se décider à installer des colonnes de mercure d'une hauteur énorme, ce qui ne pouvait se faire qu'au moyen de tubes en fer. Je tiens à rappeler ici que, dans ma première Communication à l'Académie, j'ai scrupuleusement indiqué que les tubes de fer étirés avaient été employés par M. Cailletet, le premier, pour des usages analogues.

» Sans vouloir décrire de nouveau des expériences suffisamment connues, il est cependant indispensable de rappeler combien les procédés employés par M. Cailletet et par moi sont différents.

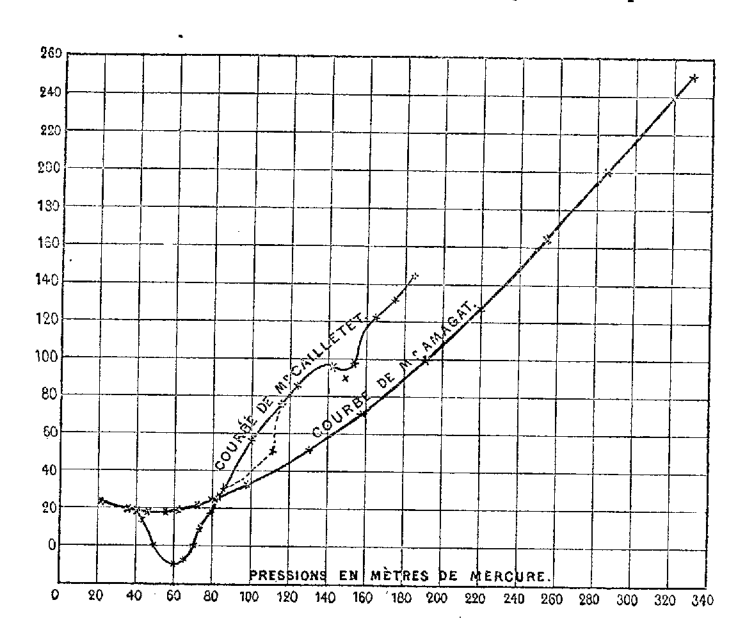
» M. Cailletet se procure une colonne de mercure de longueur variable, au moyen d'un tube de fer flexible, qu'on descend plus ou moins profondément dans un puits, au moyen d'un tambour sur lequel il est enroulé. J'opère, au contraire, avec un manomètre à air libre, fixé aux parois du puits.

» Dans l'appareil de M. Cailletet, le mercure descend par son propre poids, d'un réservoir situé à la partie supérieure. Dans le mien, le mercure est refoulé de bas en haut, par une pompe installée au fond du puits.

» Enfin, le piézomètre contenant le gaz est, dans l'appareil de M. Cailletet, renfermé complètement dans un cylindre de fer (tube-laboratoire) mobile à l'extrémité du tube qui se déroule; la lecture du volume occupé par le gaz s'y fait (après l'avoir ramené à la surface du sol et démonté) d'après la hauteur à laquelle le mercure a enlevé une couche d'or, déposée à l'intérieur de la tige. Le piézomètre de mon appareil est placé à côté de la pompe, à peu près comme dans les expériences de Regnault, et dans un manchon de verre traversé par un courant d'eau, de sorte que les lectures de volume et de température s'y font directement, avec un viseur.

» Tout est donc différent dans les deux méthodes, et j'ai lieu d'être péniblement surpris de voir certains auteurs imprimer que mes expériences ont été faites *par la méthode de M. Cailletet* et *avec des appareils tout à fait analogues*.

» Je passe maintenant aux résultats. Comme il ne s'agit ici que de résultats purement numériques, j'ai cru ne pouvoir mieux faire que de tracer les courbes fournies par les données de M. Cailletet et par les miennes. Ces courbes ont été construites, comme je le fais généralement, en portant sur l'axe des abscisses des longueurs proportionnelles aux pressions, et sur les ordonnées les valeurs correspondantes des produits pv. La courbe de



M. Cailletet a été construite directement, avec les nombres qu'il a publiés. J'ai multiplié tous mes résultats par un facteur constant, afin que les deux courbes aient la même ordonnée au point de départ de celle de M. Cailletet, qui correspond à une compression de 39^m de mercure. Pour diminuer la hauteur de la figure, j'ai supprimé la partie inférieure des ordonnées, qui est inutile, c'est-à-dire que j'ai transporté l'axe des abscisses parallèlement à lui-même, de manière à ne garder que la partie de la figure qui contient les courbes.

» Ces courbes sont, comme on le voit, absolument différentes; entre 60^m et 180^m, la valeur du rapport $\frac{pv}{p'v'}$ serait égale à 0,848 d'après les résultats de

M. Cailletet, et à 0,909 d'après les miens. Cette différence correspond à une colonne de mercure de près de 13^m pour la pression supérieure.

» Les courbes, du reste, parlent assez d'elles-mêmes pour me dispenser d'entrer dans aucune considération relativement au degré d'exactitude que comportent les deux méthodes; on s'explique, en même temps, pourquoi M. Cailletet, qui avait à sa disposition un puits de 500^m, a arrêté ses essais à 180^m, alors que j'ai pu pousser mes expériences jusqu'à 330^m (soit 430^{atm}), hauteur totale du puits dont je disposais.

» Je me plais à reconnaître ce qu'il y a de nouveau dans le procédé de M. Cailletet; j'ajouterai même que la méthode que j'ai employée, sauf des changements considérables apportés aux diverses parties de l'appareil, revient, au fond, à celle qui avait été imaginée par Dulong et Arago, pour leurs célèbres expériences de la tour du Collège Henri IV. Mais il est bien certain, et les courbes qui précèdent en sont la preuve, que la méthode de M. Cailletet, si ingénieuse qu'elle soit, ne peut point fournir des résultats aussi sûrs et aussi concordants que ceux qu'on peut obtenir par celle que j'ai suivie. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques combinaisons du bisulfure et du biséléniure d'étain.* Note de M. **A. Ditte**.

« Lorsqu'on fait agir des sulfures solubles sur les sulfures ou sur les séléniures d'étain, on peut obtenir, à l'état de cristaux parfaitement nets, des sels analogues aux stannates, mais dans lesquels l'oxygène est remplacé par du soufre ou par du sélénium.

» *Sulfostannate de potasse*, $SnS^2, KS, 3HO$. — Le protosulfure d'étain se dissout très facilement dans les polysulfures de potassium; en même temps, la liqueur se décolore : le protosulfure d'étain se change alors en bisulfure, qui s'unit au monosulfure de potassium pour former le sulfostannate de potasse. Mais ce sel peut être obtenu plus facilement de la façon que voici. On ajoute, à une solution concentrée et titrée de monosulfure de potassium, les poids de soufre et d'étain capables de s'y combiner pour former le sulfostannate et l'on fait bouillir : tout se dissout. Si l'on maintient un peu d'étain en excès, la liqueur filtrée, une fois la réaction terminée, contient du sulfostannate de potasse pur. La solution est jaune clair : concentrée à l'ébullition, elle dépose, en se refroidissant, de beaux prismes transparents, incolores, ou très faiblement jaunes; évaporée lentement dans le vide, elle se sursature avec une extrême facilité; puis, quand les cristaux se forment, ils

prennent naissance en plusieurs points de la liqueur et finissent par la remplir entièrement. Le sulfostannate de potasse est très soluble dans l'eau ; une grande quantité de ce liquide le décompose avec dépôt de bisulfure d'étain hydraté.

» *Séléniosulfostannate de potasse*, $SnSe^2$, KS, 3HO. — Si l'on remplace, dans l'opération précédente, le soufre par du sélénium, ce dernier se dissout en même temps que l'étain; si ces deux corps sont employés en excès, leur dissolution cesse de s'effectuer quand tout le monosulfure de potassium est passé à l'état de sel double. On obtient de la sorte une liqueur rouge grenat, qui, abandonnée dans le vide sec, dépose de petits octaèdres transparents très nets; ils ne tardent pas à s'accoler les uns aux autres, en donnant une masse cristalline déliquescente. Les cristaux, purifiés par deux cristallisations successives, sont des octaèdres jaune clair, très solubles dans l'eau, qu'ils colorent en rose ou en rouge selon que la liqueur est plus ou moins concentrée. Cette solution est altérable à l'air, en donnant de la potasse et un dépôt noir de sélénium cristallisés; les cristaux eux-mêmes sont décomposés par l'oxygène atmosphérique.

» *Séléniostannate de potasse*, $SnSe^2$, KSe, 3KO. — On l'obtient en saturant de biséléniure d'étain une solution de séléniure de potassium et évaporant la liqueur dans le vide. Les cristaux que l'on obtient sont encore plus altérables à l'air que les précédents. Comme eux, mais bien plus vite, ils perdent leur transparence, deviennent noirs à la surface, et, traités par une petite quantité d'eau, ils s'y dissolvent en laissant un résidu cristallin de sélénium.

» *Sulfostannate de soude*, SnS^2, NaS, 3HO. — Il s'obtient absolument comme le sel correspondant de potasse, et jouit de propriétés analogues. On prépare d'une manière tout à fait semblable le *séléniosulfostannate de soude*, $SnSe^2$NaS, 3HO.

» *Sulfostannate d'ammoniaque*, $3SnS^2$, AzH^4S, 6HO. — Le biséléniure d'étain anhydre est très peu soluble dans le sulfhydrate d'ammoniaque, mais une solution de polysulfure d'ammonium attaque lentement, à la température ordinaire, les lames d'étain que l'on y plonge; la réaction est plus rapide quand on chauffe, mais le sulfure alcalin se dégage en partie. La transformation du sulfure d'ammonium en présence de l'étain à froid n'est jamais complète; on obtient, quand la réaction cesse d'avoir lieu, une liqueur jaune qui, évaporée dans le vide en présence de potasse et d'acide sulfurique, perd de l'eau et du sulfhydrate d'ammoniaque, et finalement laisse des paillettes jaunes de sulfostannate d'ammoniaque, que l'eau décom-

pose en donnant un dépôt de bisulfure d'étain hydraté. Ces cristaux s'altèrent facilement, même dans le vide; ils perdent une partie de leur eau, en prenant une teinte violacée à la surface. Chauffés doucement, ils laissent dégager de l'eau, des vapeurs de sulfhydrate d'ammoniaque et enfin du soufre, tandis que l'étain reste à l'état de sulfure dans le résidu.

» *Séléniosulfostannate d'ammoniaque*, $3SnSe^2, AzH^4S, 3HO$. — Le biséléniure d'étain hydraté se dissout facilement à froid dans une solution concentrée de sulfhydrate d'ammoniaque; si l'on opère en présence d'un excès de biséléniure, la liqueur filtrée que l'on obtient est limpide, rouge et très altérable à l'air, avec dépôt de sélénium. Évaporée dans le vide au-dessus de potasse et d'acide sulfurique, elle perd de l'eau et du sulfure alcalin, et laisse de petites paillettes jaune rouge, encore plus altérables que les précédentes. Exposés dans le vide, ces cristaux perdent de l'eau et s'altèrent, en devenant violet foncé à la surface; l'eau les décompose, avec séparation de flocons rouges de biséléniure d'étain.

» Le tellure se dissout à l'ébullition dans les solutions cencentrées de sulfures alcalins; mais l'opération, effectuée en présence de lames d'étain, ne donne pas lieu à la formation de composés tellurés analogues à ceux qui ont été décrits plus haut; le tellure se dépose par refroidissement, sous la forme de feuilles de fougères, constituées par de petits rhomboèdres accolés les uns aux autres.

» *Sulfostannate de baryte*, $SnS^2, BaS, 8HO$. — Une solution bouillante de monosulfure de baryum dissout facilement le soufre, en donnant une liqueur qui attaque l'étain avec rapidité; la réaction ne cesse que lorsque tout le sulfure est transformé en sulfure double. On obtient ainsi une liqueur rougeâtre qui dépose, lorsqu'on l'évapore dans le vide, des cristaux transparents, jaune-citron, solubles dans l'eau froide, sans se décomposer; les acides étendus donnent immédiatement dans la solution un précipité jaune de bisulfure d'étain.

» *Sulfostannate de strontiane*, $SnS^2, SrS, 12HO$. — Il se produit dans les mêmes circonstances que celui de baryte. On peut aussi faire bouillir simplement de la strontiane, du soufre et de l'eau; la liqueur filtrée et rouge contient des polysulfures de strontium; bouillie avec un excès d'étain, elle en dissout une quantité notable et dépose en se refroidissant quelques aiguilles mal définies. La dissolution séparée de ces aiguilles est rouge foncé; elle abandonne, quand on l'évapore dans le vide, de gros prismes volumineux, transparents et incolores, quelquefois ternis à la surface par un peu de bisulfure d'étain qui se sépare en même temps qu'eux;

en les dissolvant dans l'eau froide, qui ne les altère pas, et filtrant la solution, on obtient un liquide incolore ou faiblement teinté de jaune, et celui-ci, évaporé dans le vide, donne de beaux cristaux de sulfostannate, transparents et tout à fait purs.

» *Sulfostannate de chaux*, $SnS^2, 2CaS, 14HO$. — Le polysulfure de calcium, qui provient de l'action du soufre sur un lait de chaux, dissout à l'ébullition des quantités d'étain considérables, et la liqueur dépose en refroidissant un mélange de soufre et de sulfure de calcium. Le liquide filtré, séparé de ce dépôt et évaporé dans le vide, laisse cristalliser du soufre et du sulfostannate de chaux. Ces cristaux, repris par l'eau froide, qui ne dissout pas le soufre, donnent une solution jaune rougeâtre; celle-ci, évaporée dans le vide, devient sirupeuse et finalement abandonne des cristaux transparents et brillants de sulfostannate de chaux. C'est un sel jaune-citron, soluble sans décomposition dans l'eau, et dont les propriétés sont très analogues à celles des autres sulfostannates précédemment décrits. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la fermentation des nitrates.* Note de MM. GAYON et DUPETIT.

« Les belles recherches de MM. Schlœsing et Müntz ont établi que la nitrification, dans le sol et dans les liquides organiques, est due au développement de microbes aérobies.

» Certains faits, publiés par M. Boussingault, M. Schlœsing et d'autres observateurs, nous ont fait penser que la réaction inverse, la réduction des nitrates, était aussi un phénomène physiologique; nous avons cherché à confirmer cette hypothèse par des expériences dont nous prions l'Académie d'accueillir favorablement les premiers résultats.

» De l'eau d'égout, additionnée de nitrate de potasse à la dose de 0gr,020 par litre, a été ensemencée avec de l'urine altérée; le nitrate a disparu peu à peu, et le liquide s'est rempli d'organismes microscopiques. Des cultures successives ont permis de produire la réduction de 0gr,100 et même 0gr,200 d'azotate de potasse par litre. Au delà de cette limite, l'eau d'égout cesse de convenir; mais, en la remplaçant par du bouillon de poule, neutralisé avec une dissolution étendue de potasse, on peut décomposer totalement jusqu'à 5 pour 100 et commencer la décomposition de 10 pour 100 de nitrate.

» Les microbes qui se développent dans ces circonstances sont bien la cause de la dénitrification; car, si l'on stérilise la semence par la chaleur, ou

si l'on ajoute au liquide, soit du chloroforme, soit du sulfate de cuivre, la solution reste limpide et l'azotate de potasse se conserve inaltéré.

» Les organismes dont il s'agit sont anaérobies; cultivés en grande surface et au contact de l'air atmosphérique, ils ne fonctionnent plus, ou du moins leur action est considérablement diminuée.

» La température la plus favorable est comprise entre 35° et 40°. La présence de matières organiques est nécessaire; aussi, le bouillon de poule vaut-il mieux que l'eau d'égout. Mais toutes les matières organiques ne conviennent pas également. Parmi celles que nous avons essayées : huile d'olive ou d'amandes douces, glycérine, glycol, sucre, alcools de la série grasse, tartrates, etc., le sucre, l'alcool ordinaire, et surtout l'alcool propylique, ont donné les meilleurs résultats. Il suffit, par exemple, d'ajouter trois ou quatre gouttes de ce dernier corps dans 100^{cc} d'un liquide où la dénitrification est suspendue, pour la provoquer de nouveau. Les huiles sont rapidement saponifiées.

» Deux substances ont présenté un intérêt particulier : ce sont l'acide phénique et l'acide salicylique. Employées aux doses d'ordinaire antiseptiques, et même à des doses plus élevées, non seulement elles n'ont pas empêché la vie du microbe réducteur, mais encore elles ont disparu complètement avec le nitrate, de la même façon que du sucre ou de l'alcool propylique. M. Müntz a bien voulu nous citer des faits qui confirment ce qui précède, du moins pour l'acide phénique; d'après ses observations, certains organismes le détruisent, même lorsqu'il existe à la dose de plusieurs grammes par litre.

» Lorsqu'on se place dans de bonnes conditions de température et de milieu, même avec des liquides artificiels, la décomposition des nitrates présente toutes les allures d'une fermentation énergique; elle est accompagnée d'un développement rapide de microbes, de bulles abondantes de gaz et de mousse épaisse. On transforme alors environ 1^{gr} de nitrate de potasse par litre et par jour.

» Le gaz qui se dégage est de l'azote pur, représentant une forte proportion de l'azote de nitrate; le reste forme de l'ammoniaque et peut-être des dérivés amidés de la matière organique employée; quant à l'oxygène, il forme de l'acide carbonique, qui reste dans la liqueur sous la forme de carbonate neutre ou de bicarbonate. Le rôle de la matière organique est donc de faire entrer dans de nouvelles combinaisons les produits de la fermentation du nitrate.

» Les azotates de soude, d'ammoniaque et de chaux fermentent de la même manière que l'azotate de potasse.

» L'ensemble de ces faits, que nous espérons accroître bientôt d'observations nouvelles sur la fermentation des nitrates avec production de protoxyde d'azote, de bioxyde d'azote ou de nitrites, servira sans nul doute à expliquer un certain nombre des phénomènes de la Chimie du sol, des engrais et des eaux. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Note sur la transformation des amides en amines;* par M. **Baubigny.**

M. **Baubigny** demande l'ouverture d'un pli cacheté qui a été déposé par lui le 22 mars 1880. Ce pli, ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel, contient la Note suivante :

« Lorsqu'on chauffe une amine primaire (éthylamine) ou secondaire (diéthylamine) avec un éther composé, tel que l'acétate de méthyle, on sait qu'il se produit, comme pour le cas de l'ammoniaque, une amide, et l'alcool de l'éther composé est mis en liberté. Ainsi l'éthylamine, chauffée avec de l'acétate de méthyle, donne l'éthylacétamide, et l'on a de l'alcool méthylique libre.

» Ces amides, qui toutes ne diffèrent du sel correspondant de l'amine génératrice que par *quatre* volumes de vapeur d'eau, peuvent aussi s'obtenir dans nombre de cas en chauffant l'acide avec la base (c'est ce qui se fait avec l'aniline et l'acide acétique), ou, comme dans le cas de l'acétate d'ammoniaque, par simple distillation.

» Inversement, ces amides sont susceptibles, par différents moyens, de fixer *quatre* volumes de vapeur d'eau et de régénérer le sel primitif.

» Or l'expérience m'a appris que ces mêmes amides sont aussi capables de fixer *quatre* volumes de vapeur d'alcool, et il en résulte que le sel régénéré est le sel primitif où l'amine est remplacée par une amine substituée, dérivée de l'alcool employé. Ainsi l'acétamide chauffée avec de l'alcool éthylique donne de l'acétate d'éthylamine, et l'éthylacétamide donne de l'acétate de diéthylamine.

» La réaction est générale; elle a lieu avec les alcools méthylique, éthylique, amylique, et aussi les alcools aromatiques, benzylique par exemple.

» Les acides acétique, valérique et même benzoïque ont été observés.

» Mais à cette étude, faite avec des acides monoatomiques (alcools, acides ou bases), s'est bornée mon observation. Si le sens *général* de la réaction doit rester le même, il est à prévoir, toutefois, que des corps polyvalents introduiront de nouveaux résultats. Je me borne à ce simple énoncé.

» Le résultat de fixation de 4^{vol} de vapeur d'alcool sur une amide s'obtient par le seul fait de la température, supérieure à celle nécessaire pour former une amide.

» Cette observation m'a conduit à étudier si l'on ne pourrait produire, dans la même opération, l'amide, puis l'amine composée, en chauffant à plus haute température.

» L'expérience a été affirmative, de sorte qu'en chauffant du benzoate d'ammoniaque avec de l'alcool éthylique, ou de l'ammoniaque en solution alcoolique avec de l'éther benzoïque, on arrive au même résultat qu'en chauffant la benzamide avec de l'alcool éthylique. Il se forme de la benzamide par élimination d'eau, et ensuite du benzoate d'éthylamine par réaction de l'alcool en portant quelques heures à température supérieure.

» Qu'on chauffe un mélange d'aniline ou phénylamine avec de l'acide acétique cristallisable et de l'alcool méthylique, on observe le même phénomène : il se forme successivement de la phénylacétamide et de l'eau, puis, par action de l'alcool, de la méthylaniline et de l'acide acétique, l'acétate de la base étant peu stable.

» Mais ce fait même de génération indique que la réaction peut se répéter; de sorte que, dans le premier cas, avec le benzoate d'éthylamine et l'alcool restant, on a une seconde phase produisant le benzoate de diéthylamine, et une troisième engendrant le benzoate de triéthylamine. Avec l'aniline, on a de même, successivement, acétanilide, méthylaniline, méthylacétanilide et diméthylaniline.

» Ces bases tertiaires formées, la réaction est achevée, car elles ne sont plus susceptibles, comme on le sait depuis longtemps, de former des amides.

» On ne constatera donc point la formation d'ammoniums, et en cela la réaction diffère essentiellement du procédé qui consiste à former des amines composées par l'action des chlorures, bromures, iodures alcooliques sur les amines. Non seulement le mode d'action chimique, en tant que procédé de substitution, est différent dans les deux cas, mais la limite est différente.

» Il va de soi que le produit final peut ne renfermer que l'amine ter-

tiaire ou un mélange des différentes amines : cela dépend de la quantité relative d'alcool et du temps de chauffe.

» Ce fait m'a conduit à voir si, en faisant agir sur l'acétamide le phénol, qui quelquefois se comporte comme un alcool, on ne pourrait avoir de la phénylamine. La méthode des réactions colorées, si sensible pour ces genres de recherches, ne m'a pas permis de constater la moindre formation d'aniline après huit heures de chauffe à 300°.

» Enfin on conçoit que, si l'on peut obtenir des amines à l'aide des amides par la fixation de 4^{vol} de vapeur d'alcool, on a tout lieu d'espérer que les cyanures dérivant des amides, par nouvelle perte de 4^{vol} de vapeur d'eau, doivent conduire aux mêmes résultats.

» Ainsi 4^{vol} de vapeur d'alcool fourniraient, par fixation sur la quantité correspondante de cyanure d'éthyle, de l'éthylpropylamide, et par fixation totale de 8^{vol}, du propionate de diéthylamine. Comme les cyanures forment des séries isomériques, on se trouve devant un champ de longues études. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la décomposition de l'acétate d'amyle tertiaire par la chaleur.* Note de M. N. MENSCHUTKIN, présentée par M. Wurtz.

« En étudiant l'éthérification des alcools tertiaires et de l'acide acétique (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XX), j'ai reconnu que, à 155°, elle ne procède pas régulièrement; la quantité d'éther formé est presque nulle, et il se forme des hydrocarbures éthyléniques. J'ai cru pouvoir rattacher la formation de ces derniers à la dissociation des éthers acétiques des alcools tertiaires à la température de l'expérience. Le travail présent était fait dans le but de contrôler la dernière supposition.

» Les essais furent exécutés avec l'éther acétylique de l'alcool amylique tertiaire, l'éthyldiméthylcarbinol $(C^2H^5)(CH^3)^2C(HO)$, éther préparé par l'action de l'anhydride acétique sur l'alcool nommé. Cet éther fut chauffé à une température constante, dans de petites ampoules en verre, scellées à l'appareil décrit dans le travail cité plus haut. Je donnerai ailleurs les précautions que l'on doit prendre pour obtenir des résultats concordants. On soumettait le contenu des tubes à l'analyse dans des intervalles de temps réguliers. La réaction étudiée étant exprimée par l'équation

$$C^2H^3(C^5H^{11})O^2 = C^5H^{10} + C^2H^4O^2,$$

on suivait la marche de décomposition de l'éther en dosant l'acide acétique, d'où l'on calculait la quantité centésimale d'éther décomposé.

» La série la plus complète, exécutée à 155°, est donnée dans le Tableau suivant :

Temps en heures.	Quantité centésimale d'éther décomposé.	Décomposé en quatre heures.	Temps en heures.	Quantité centésimale d'éther décomposé.	Décomposé en quatre heures.
4.......	1,45	1,45	52.......	61,68	13,50
8.......	2,23	0,78	56.......	74,51	12,83
12.......	2,44	0,21	60.......	82,70	8,19
16.......	3,72	1,28	64.......	85,07	2,37
20.......	3,91	0,19	72.......	89,16	2,04
24.......	7,23	3,32	76.......	92,02	2,86
28.......	10,87	3,64	80.......	95,18	3,16
32.......	14,67	3,80	84.......	94,93	
36.......	19,58	4,91	88.......	95,21	0,28
40.......	25,46	5,88	92.......	95,81	0,60
44.......	33,13	7,67	144.......	97,56	
48.......	48,18	15,05	216.......	96,61	

» Nous discuterons les résultats contenus dans ce Tableau, par rapport à la vitesse ainsi que par rapport à la limite de décomposition de l'acétate d'amyle tertiaire.

» La répartition de la vitesse de décomposition est fort caractéristique. En consultant les troisièmes colonnes du Tableau, on voit que, jusqu'à vingt heures, la vitesse de décomposition, dans les intervalles égaux de quatre heures, est fort petite. Passé ce terme, la vitesse augmente très vite, et, à quarante-huit heures, la vitesse de décomposition atteint le maximum; ensuite la vitesse diminue et devient nulle vers quatre-vingt-dix heures. Pendant toute la durée de la décomposition, la température restait constante à 156°. Représentant graphiquement ces résultats, on aurait une courbe à deux courbures, concave et convexe, dont le point d'inflexion correspondrait à la vitesse maxima.

» La décomposition se trouve limitée, sans doute par la réaction antagoniste

$$C^5H^{10} + C^2H^4O^2 = C^2H^3(C^5H^{11}O^2).$$

» Cette réaction antagoniste n'est que fort petite, à en juger par la hau-

teur de la limite de décomposition, à 155°, que je déduis des expériences suivantes :

Heures.	Quantité centésimale d'éther décomposé.
92	97,47
96	98,78
144	96,63 97,56
216	96,61 97,49

» La limite de décomposition, à 155°, serait, en moyenne, égale à 97,42 pour 100. Je rappelle que la limite de l'éthérification de l'alcool amylique tertiaire et de l'acide acétique, à 155°, fut trouvée égale à 2,53 pour 100.

» La température influe énormément sur la vitesse de décomposition de l'éther acétique d'amyle tertiaire, comme le montre le Tableau suivant :

Température.	Temps en heures.	Quantité centésimale d'éther décomposé.
155°	96	97,42
145	100	60,54
140	96	4,23

» Ainsi la vitesse de décomposition diminue quand on abaisse la température. A 125°, elle est à peine sensible : les données de cette série d'expériences sont contenues dans le Tableau suivant. La lenteur de décomposition oblige de compter le temps par journées.

Temps en jours.	Quantité centésimale d'éther décomposé.	Temps en jours.	Quantité centésimale d'éther décomposé.
6	2,06	22	7,02
10	3,70	27	8,00
12	5,64	37	9,52
17	6,89	46	11,24

» Le quarante-sixième jour, on a mis fin à l'expérience : la décomposition n'était que de 11 pour 100. A 100°, après vingt-deux jours, la décomposition n'était pas encore commencée.

» Je ne pouvais résoudre définitivement la question de savoir si la température influait sur la limite de décomposition. La lenteur de décomposition de l'éther acétique d'amyle tertiaire m'a permis seulement à 145°

d'arriver à la limite; elle fut trouvée égale à 96,59 pour 100, tandis qu'à 155° elle fut trouvée en moyenne égale à 97,42 pour 100. Ces chiffres sont trop voisins pour permettre de conclure à la variation de la limite de décomposition avec la température.

» Les caractères que montre la décomposition de l'éther acétique d'amyle tertiaire sont résumés dans les propositions suivantes : 1° la décomposition n'a lieu qu'à des températures supérieures à 100°; 2° la décomposition commence et finit à la même température; 3° à mesure que la température est plus haute, on atteint plus vite le commencement de la décomposition; mais, dans les conditions les plus favorables, elle ne fut pas constatée avant deux heures d'action de la température; 4° quelle que soit la température à laquelle on opère la décomposition, la vitesse de décomposition est au début fort petite; elle augmente ensuite, atteint le maximum, puis, en diminuant, devient nulle; 5° à mesure que la température de l'expérience est plus haute, la vitesse de décomposition devient plus grande dans toutes les phases de la décomposition; 6° la décomposition est limitée.

» Dans la décomposition de l'acétate d'amyle tertiaire, on retrouve quelques caractères de la dissociation des composés organiques liquides, établis par les travaux de M. A. Wurtz; mais une comparaison détaillée entre ces genres de décomposition est rendue difficile, parce que les méthodes employées dans les deux cas sont complètement différentes. Je me propose de répéter les expériences de M. A. Wurtz sur la dissociation du bromure et de l'iodure d'amyle tertiaire, dans les mêmes conditions que ceux employés pour la décomposition de l'acétate d'amyle. D'autre part, j'étudierai la décomposition de ce dernier par la chaleur, sous la forme de vapeur. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Observation de l'aurore boréale du 2 octobre 1882*, par M. E. **Renou**.

« Le 2 octobre au soir, une aurore boréale a été observée au parc de Saint-Maur par l'observateur de service, M. Simonet. De 7^h à 8^h, on voyait un grand arc traversant le ciel de l'est à l'ouest, à une hauteur qui atteignait, au N.-N.-W, 25° à 30° au-dessus de l'horizon. De temps en temps, de longs rayons s'élançaient de l'horizon N.-N.-W et s'élevaient jusqu'au voisinage du zénith; ils se montraient pendant peu de temps. L'arc et les rayons étaient blancs ou peu colorés.

» Les instruments magnétiques, à inscription photographique, récemment installés par M. Mascart à l'Observatoire du Parc, ont indiqué de

grandes perturbations ; l'aiguille de déclinaison, qui a commencé à s'agiter dès le 1er au soir, a offert les plus grands mouvements le 2, de 7^h à 8^h du soir, pendant l'apparition de l'aurore boréale ; il y a eu, à ce moment, une oscillation de 42', cinq à six fois plus considérable que la variation diurne dans cette saison.

» Les autres appareils inscripteurs, pour la composante horizontale et pour la composante verticale de la force magnétique du globe, ont éprouvé des perturbations correspondantes.

» Le 6 octobre, de midi à 6^h du soir, les instruments ont encore accusé des oscillations très nettes, mais moins importantes que celles du 2. La pluie et le temps, couvert jusqu'à 11^h du soir, nous ont empêché de constater s'il y avait une aurore boréale [1].

» Des renseignements reçus au Bureau central météorologique, il résulte que M. Beens, contrôleur des douanes à Nantes, a observé dans cette ville l'aurore boréale du 2 octobre, vers 8^h du soir. En même temps, des courants électriques se manifestaient sur les lignes télégraphiques. Nous citerons, entre autres, les observations faites par M. le Directeur des Postes et Télégraphes de Grenoble, sur les fils de Paris-Grenoble et Lyon-Grenoble, le 2 octobre, de 7^h à 10^h du soir.

» L'aurore boréale a été observée dans un grand nombre de points de l'Europe. »

M. le **Secrétaire perpétuel** transmet, en outre, à l'Académie, sur ce même phénomène, les Communications suivantes :

« Évreux, 2 octobre 1882.

» Aujourd'hui 2 octobre, après une journée très chaude et très claire, j'ai aperçu, vers $7^h 30^m$ du soir, les manifestations d'une aurore boréale. Le ciel était entièrement découvert ; on voyait vers l'étoile polaire une lueur assez intense, puis dans le même temps une plus forte encore sur le Bouvier, une autre sur Cassiopée, et enfin une quatrième sur β d'Andromède. Elles se trouvaient ainsi sur un grand cercle de la sphère céleste. Ces lueurs étaient fixes, pendant quelques minutes; puis elles s'affaiblissaient en un instant, disparaissaient ou reparaissaient tout à coup, et toujours sur les mêmes points du ciel, affectant la forme circulaire ou elliptique. Je n'ai vu aucun de ces rayons rectilignes qui se présentent assez fréquemment dans les aurores boréales.

---

[1] Depuis, nous n'avons à signaler qu'un orage considérable qui a éclaté subitement le 8 au soir, de 11^h à minuit, sans que rien l'indiquât d'avance; il a été accompagné d'une forte pluie, qui a fourni 6^{mm},6 d'eau, et suivi d'une magnifique journée, celle du 9 octobre, pendant laquelle le thermomètre a atteint 20°.

» $7^h 50^m$: il ne reste plus qu'une large lueur, dont le centre est entre la polaire α et β de la Grande Ourse.

» $8^h 10^m$: toute manifestation très apparente a disparu, cependant le ciel paraît clair vers le pôle.

» $9^h 15^m$: le ciel est découvert, aucune lueur n'est visible.

» Pendant quelques phases du phénomène et surtout vers $7^h 45^m$, la lumière émise était assez intense pour qu'il fût possible de lire l'heure d'une montre et pour distinguer la forme des objets environnants. Cette lueur était semblable à celle que donne l'étincelle électrique dans le vide imparfait. » H. Dubus.

« Cherbourg, 4 octobre 1882.

» J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie un dessin de l'aspect du ciel le 2 octobre courant, à $9^h 45^m$ du soir, à la fin de l'apparition de l'aurore boréale.

» On distinguait un magnifique segment lumineux, blanchâtre, d'un éclat plus de deux fois égal à celui de la voie lactée dans les environs du Cygne; la base s'étendait à l'horizon entre *a* du Bouvier et *a* de la Chèvre. Cette lumière était calme, et resta pendant assez longtemps sans offrir de lueur palpitante.

» De 9^h à $9^h 30^m$, plusieurs fuseaux de lumière, assez semblables à la queue d'une comète, traversèrent le segment lumineux en se détachant sur lui avec plus d'éclat et s'inclinant vers le nord-ouest. Quelques-uns même, en partant de l'horizon, s'allongeaient jusqu'à l'étoile polaire.

» Dans mon dessin, le rayon blanc qui part de l'horizon et va vers l'étoile polaire, en passant à droite des deux étoiles de la Grande Ourse, mit quelques secondes à peine à atteindre les étoiles δ et ε de cette constellation sans que le pivot changeât de place. En ce moment l'effet était splendide.

» Malheureusement la Lune apparut, et le phénomène ne tarda pas à disparaître.

» Ed. Lamarre. »

M. Maumené adresse les résultats de ses observations personnelles sur la production du phosphore noir.

Cette production a lieu, *presque toujours*, pour les premières gouttes de phosphore qui distillent dans un courant d'hydrogène (préparé par le zinc et l'acide sulfurique): les gouttes suivantes restent incolores, et font disparaître la coloration des premières en les liquéfiant et se mêlant avec elles. L'acide carbonique ne donne pas lieu au même phénomène.

La séance est levée à 4 heures un quart. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 20 octobre 1882.

Origine des plantes cultivées; par Alph. de Candolle. Paris, Germer Baillière, 1883; in-8° relié.

Précis analytique des travaux de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Rouen, pendant l'année 1880-1881. Rouen, impr. E. Cagniard, 1882; in-8°.

Leçons de clinique chirurgicale, professées à l'hôpital Saint-Louis pendant les années 1877 *et* 1878; *par* M. le Dr Péan. Paris, Germer-Baillière, 1882; in-8°.

Nouveau Dictionnaire de Médecine et de Chirurgie pratiques, publié sous la direction du Dr Jaccoud, t. XXXIII; SE-ST. Paris, J.-B. Baillière, 1882; in-8°.

Mémoires couronnés et autres Mémoires publiés par l'Académie royale de Médecine de Belgique; collection in-8°, t. VII (2e fascicule). Bruxelles, H. Manceaux, 1882; in-8°.

Rapport présenté au Ministre des Travaux publics au nom de la Commission d'étude des moyens propres à prévenir les explosions du grisou. Paris, impr. du *Journal officiel,* 1882; br. in-8°. (Extrait du *Journal officiel* du 1er avril 1882.) [Présenté par M. Daubrée.]

Guide dans la collection de Météorites du Muséum d'Histoire naturelle. Paris, G. Masson, 1882; in-8° (Présenté par M. Daubrée.)

Préfecture de Police. Documents sur les falsifications des matières alimentaires et sur les travaux du Laboratoire municipal. Paris, impr. Municipale, 1882; in-4°. (Présenté par M. Wurtz.)

Académie des Sciences et Lettres de Montpellier. Mémoires de la Section des Lettres; t. VII, 1er fascicule, année 1882. Montpellier, impr. Boehm, 1882; in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 OCTOBRE 1882.

PRÉSIDENCE DE M. JAMIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE. — *Du choc de deux billes posées sur un tapis de billard.* Note de M. H. Resal.

« Il importe que les deux billes aient le même diamètre pour que la ligne des centres, sur laquelle se trouve le point de choc, soit parallèle au tapis; car autrement la tactique du joueur, quelque habile qu'il soit, se trouverait en défaut si, dans diverses parties, il se servait de couples de billes dont le rapport des diamètres serait variable. Malgré l'égalité des diamètres, il arrive, ce qui est défavorable à la régularité du jeu, que les masses des deux billes sont différentes, ainsi que leurs moments d'inertie par rapport à un diamètre.

» En jetant les yeux sur le titre du Chapitre V de la *Théorie analytique des effets du jeu de billard,* on devait penser que Coriolis tiendrait compte de ces différences, mais il n'en est rien, et tous ses calculs se rapportent au cas où les deux billes sont identiques et homogènes.

» J'extrais textuellement de l'Ouvrage précité (p. 121) l'alinéa suivant :

« En tenant compte du frottement des billes entre elles, nous pourrons tout à fait négliger celui qui se produit sur le tapis aux points d'appui des billes pendant le choc, puisque

celui-ci ne peut résulter que de la composante verticale de la quantité de mouvement produite seulement par le frottement entre les billes, lequel est fort petit d'après les expériences que nous avons rapportées précédemment ([1]). Nous négligerons aussi, à plus forte raison, la très petite vitesse verticale que les centres peuvent prendre par l'effet de ce frottement, cet effet étant détruit par la résistance du tapis ou rendu insensible par le poids des billes, qui les ramène ensuite contre le tapis qu'elles ne quittent même pas. »

» Ce raisonnement me paraît parfaitement juste, et il est singulier que son auteur n'en ait pas tenu compte, car, dans ses développements analytiques, il admet implicitement que les deux billes sont libres.

» Je conserverai les notations adoptées dans ma précédente Communication ([2]), en prenant pour la partie de l'axe des z la portion de la verticale du point O située au-dessus du tapis. Je dois donc supposer $R' = R$, $\zeta = 0$, $\zeta' = 0$, et ne pas tenir compte des deux équations de translation verticale.

» On a les équations

$$(1)\qquad \begin{cases} M\dfrac{d\chi}{dt} = -X, & M\dfrac{R}{k}\dfrac{dp}{dt} = Z, \\ M\dfrac{d\eta}{dt} = -Y, & M\dfrac{R}{k}\dfrac{dq}{dt} = -Y; \end{cases}$$

$$(2)\qquad \begin{cases} M'\dfrac{d\chi'}{dt} = X, & M'R\dfrac{dp'}{dt} = Z, \\ M'\dfrac{d\eta'}{dt} = Y, & M'R\dfrac{dq'}{dt} = -Y. \end{cases}$$

En éliminant entre elles X, Y, Z, on peut obtenir huit intégrales, mais dont trois rentrent dans les cinq autres. Il nous paraît inutile de les écrire, nous réservant de choisir ultérieurement celles d'entre elles qui nous seront utiles.

» En posant

$$(3)\qquad a = 1 + k + \frac{M}{M'}(1 + k'),$$

nous avons trouvé, dans notre précédente Note,

$$v_y = \eta_0 - \eta'_0 + R(q_0 + q'_0) + a(\eta - \eta_0)$$

ou, en désignant par v_0 la vitesse de glissement de M sur M' au commence-

([1]) A la page 5, l'auteur estime que le coefficient de ce frottement doit atteindre au plus le chiffre 0,03.

([2]) *Voir* même Volume, p. 615.

ment du choc et par γ l'angle que forme sa direction avec Oy,

$$(4) \qquad v_y = v_0 \cos\gamma + a(\eta - \eta_0).$$

Avant d'aller plus loin, nous ferons remarquer que, si les deux masses sont à peu près homogènes, k et k' différeront peu de $\frac{5}{2}$, et, si elles sont presque égales, a sera peu différent de sept unités.

» En divisant entre elles les troisièmes des équations (1) et (2), puis intégrant, on trouve

$$p' = p'_0 + \frac{Mk'}{M'k}(p - p_0)$$

et, par suite, en posant

$$\frac{b}{k} = 1 + \frac{Mk'}{M'k},$$

$$v_z = -R(p + p') = -R\left[p_0 + p'_0 + \frac{b}{k}(p - p_0)\right],$$

ou encore

$$(5) \qquad v_z = v_0 \sin\gamma - \frac{bR}{k}(p - p_0).$$

» De la deuxième et de la troisième des équations (1) on déduit

$$\frac{Y}{Z} = -\frac{k}{R}\frac{d\eta}{dp},$$

et, comme ce rapport est égal à $\frac{v_y}{v_z}$, il vient

$$(6) \qquad R(p - p_0) = \frac{v_0 k \sin\gamma}{b}\left\{1 - \left[1 + \frac{a(\eta - \eta_0)}{c\cos\gamma}\right]^{\frac{b}{a}}\right\}.$$

» L'équation (6) revient à la suivante :

$$v_0 = v_0 \sin\gamma\left[1 + a\left(\frac{\eta - \eta_0}{v_0\cos\gamma}\right)\right]^{\frac{b}{a}},$$

d'où l'on déduit

$$\frac{v_y}{v} = \frac{v_0\cos\gamma + a(\eta - \eta_0)}{\sqrt{[v_0\cos\gamma + a(\eta - \eta_0)]^2 + v_0^2\sin^2\gamma\left[1 + a\frac{(\eta - \eta_0)}{v_0\cos\gamma}\right]^{\frac{2b}{a}}}}.$$

Il résulte de cette formule que, pendant le choc, la direction du frottement n'est pas constante, comme l'a supposé Coriolis.

» En remarquant que $Y = fX\frac{v_y}{v}$, et en divisant entre elles les deux premières des équations (1), on trouve

$$d\eta = f\frac{v_y}{v}d\chi,$$

d'où

(7) $$f(\chi_1 - \chi_0) = \int_{\eta_0}^{\eta_1}\frac{v}{v_y}d\eta.$$

» Maintenant, des équations (1) et (2), on déduit les suivantes :

(8) $$\left\{\begin{aligned} &\chi'_1 - \chi'_0 = -\frac{M}{M'}(\chi_1 - \chi_0),\\ &\eta'_1 - \eta'_0 = -\frac{M}{M'}(\eta_1 - \eta_0),\\ &R(q_1 - q_0) = k(\eta_1 - \eta_0),\\ &R(p'_1 - p'_0) = \frac{Mk'R}{M'k}(p_1 - p_0),\\ &R(q'_1 - q'_0) = \frac{Mk'}{M'k}(\eta_1 - \eta_0). \end{aligned}\right.$$

En y joignant l'équation (6), où l'on devra affecter p et η de l'indice 1, l'équation (9) et celle des forces vives, on aura autant d'équations qu'il y a d'inconnues dans le problème, mais il nous paraît inutile d'aller plus loin en restant dans les généralités, car on voit qu'il est impossible d'arriver à une solution finale.

» Si nous remarquons que $\eta - \eta_0$ est de l'ordre $f\eta_0$, on pourra, par approximation, s'arrêter à la première puissance de $(\eta - \eta_0)$ dans le développement des exponentielles des équations (6) et (8), sauf justification ultérieure, et même dans cette dernière ne pas tenir compte du terme en $(\eta - \eta_0)$, puisque, par l'intégration, il donnerait lieu à un terme du second ordre.

» En posant

(9) $$\chi_0 - \chi_1 = \omega_1,$$

l'équation (7) donne

(7') $$\eta_0 - \eta_1 = f\omega_1\cos\gamma,$$

et l'équation (6)

$$R(p_0 - p_1) = -k\,\mathrm{tang}\,\gamma(\eta_0 - \eta_1),$$

ou

$$(6')\qquad \mathrm{R}(p_0 - p_1) = -fk\,\omega_1 \sin\gamma.$$

» Pour plus de simplicité, nous ne considérerons que le cas du jeu de billard dans lequel la bille choquée est primitivement au repos; les formules (8) deviendront, en ayant égard aux deux précédentes,

$$(10)\qquad \left\{\begin{array}{l} \chi'_1 = -\dfrac{\mathrm{M}}{\mathrm{M}'}\omega_1, \quad \eta'_1 = -f\dfrac{\mathrm{M}}{\mathrm{M}'}\omega_1 \cos\gamma, \\ \mathrm{R}(q_0 - q_1) = kf\omega_1 \cos\gamma, \quad \mathrm{R}p'_1 = f\mathrm{M}'\mathrm{R}\sin\gamma.\omega_1, \\ \mathrm{R}q'_1 = \dfrac{\mathrm{M}k'}{\mathrm{M}'k} f\cos\gamma.\omega_1 \quad (^1). \end{array}\right.$$

Si ϖ est la vitesse de glissement de M′ sur M, on a, en vertu de la première des équations (1),

$$-2w\int f\mathrm{X}\,dx = 2\mathrm{M}f\varpi\omega_1\cos\gamma.$$

L'équation des forces vives devient, en négligeant les termes en f^2 et supprimant un facteur commun,

$$2\chi_0 - \omega_1 + 2f\mathrm{R}q_0\cos\gamma = \varepsilon\omega_0 + 2\varpi f\cos\gamma.$$

Si l'on supprime l'indice 1 pour caractériser les éléments du mouvement à l'instant de la plus grande compression, on a de même

$$2\chi_0 - \omega_1 + 2f\mathrm{R}q_0\cos\gamma = \omega_1 + 2\varpi f\cos\gamma,$$

d'où

$$\omega_1 = \frac{2\omega}{1 + \dfrac{\mathrm{M}}{\mathrm{M}'}}$$

et

$$\omega_1 = \frac{2\chi_0}{1 + \dfrac{\mathrm{M}}{\mathrm{M}'}},$$

en se reportant à ma dernière Note.

» Les équations (7′), (9), (10) feront, par suite, connaître tous les éléments du mouvement à la fin du choc. »

---

(1) Ces différents résultats, par leur simplicité même, auraient pu être établis *a priori*, car, en réalité, au degré d'approximation convenu, ils résultent de l'hypothèse d'une direction constante du frottement pendant la durée du choc.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur le Catalogue des six cents tornados observés aux États-Unis dans le cours de ce siècle;* par M. **Faye**.

« Je viens de recevoir de M. le général Hazen, chef du service météorologique des États-Unis, le Rapport de M. le sergent Finley, intitulé : *On the character of six hundred tornados.*

» Lorsque je traitais ces questions devant l'Académie, il y a quelques années, j'avais une trentaine au plus de tornados à étudier et à citer. On voit avec quelle rapidité s'est accrue la masse de documents dont nous disposons aujourd'hui.

» Disons d'abord que les phénomènes sont bien singulièrement distribués dans le cours des quatre-vingt-sept années qu'embrasse le présent Rapport :

	Tornados.		Tornados.
De 1794 à 1804........	4	En 1875..	58
De 1811 à 1821........	6	En 1876.........	43
De 1823 à 1833..	12	En 1877.........	67
De 1834 à 1844.	19	En 1878...... ..	57
De 1845 à 1855........	11	En 1879	72
De 1857 à 1867.	15	En 1880.........	111
De 1869 à 1874........	25	En 1881 (1)......	60

» Ce n'est pas que les tornados se soient multipliés d'année en année : ces variations montrent seulement avec quelle rapidité une grande partie du vaste territoire des États-Unis s'est peuplée. On ne comptait pas autrefois les tornados qui passaient sur des forêts ou des déserts. Ce n'est pas non plus que, dans ces derniers temps, le service météorologique ait enregistré des phénomènes peu importants dont on n'aurait pas fait mention autrefois, car je relève dans la statistique de M. Finley les chiffres suivants :

» *Désastres occasionnés par les tornados, du mois de février* 1880 *au mois de septembre* 1881. — 177 personnes tuées; bien plus de 539 personnes blessées; 988 maisons démolies; 5 villages de 100 à 1000 habitants presque entièrement détruits; là où des estimations ont été faites par des experts, 2000000 de dollars de perte.

» Pour discuter cette masse de documents, il faut se placer successivement à deux points de vue différents. Sous le rapport mécanique, les trombes, tornados, typhons et cyclones ne diffèrent que par les dimen-

(1) Jusqu'en septembre.

sions. Ce sont des mouvements gyratoires, descendants, à axe vertical, qui prennent leur origine dans les courants supérieurs de l'atmosphère et qui en suivent la marche; au point de vue du rôle météorologique les trombes et tornados sont des épiphénomènes de peu de durée, qui se forment au sein des cyclones dont les trajectoires et la durée sont relativement énormes. Nous considérerons les documents précieux du Signal Corps des États-Unis à ces deux points de vue.

» 1° *Mécanique des tornados.* — Voici une série d'extraits à peu près textuels : L'approche d'un tornado est annoncée, à deux ou trois *miles* de distance, par un nuage noir au-dessus duquel descend, en forme d'entonnoir, un appendice qui atteint la surface du sol. A la base inférieure se trouve la très petite aire où les vents destructeurs sont condensés.

» La gyration, à l'intérieur du tornado, est invariablement indiquée comme s'opérant de droite à gauche, en sens inverse des aiguilles d'une montre.

» La vitesse de gyration est très diversement estimée, ce qui tient en partie à la région sur laquelle chaque spectateur a porté son attention. La moyenne est de 0,11 de mille, environ 174^{m} par seconde. C'est, je crois, la moitié, à peu près, de la vitesse d'une balle de fusil.

» Le diamètre du tornado, sur le sol, varie de 13^{m}, ce qui répond à une trombe, à 3300^{m}, ce qui se rapproche déjà un peu d'un petit typhon. Le diamètre le plus ordinaire est d'environ 300^{m} à 400^{m}. Au delà du cercle où le tornado opère, il n'y a pas de vent sensible dû à ce phénomène.

» Tous ces tornados, grands ou petits, sont animés d'un mouvement rapide de translation de 17^{m} en moyenne à la seconde. Mais, d'un tornado à l'autre, elle est très variable et va de 5^{m} à 25^{m}; tantôt elle dépasse de beaucoup la vitesse ordinaire d'un cyclone, dans la région des États-Unis; tantôt elle lui est bien inférieure. La moyenne, 17^{m}, est celle d'un train de chemin de fer grande vitesse.

» Ils viennent tous de quelque point de l'horizon ouest et se dirigent vers le point opposé de l'horizon est. La plupart vont du sud-ouest au nord-est. Jamais tornado n'a suivi une marche inverse.

» Les tornados peuvent marcher en l'air sans toucher le sol. Leurs ravages commencent seulement lorsque, en descendant, ils atteignent le sol. Quelquefois leur extrémité inférieure se relève, puis s'abaisse un peu plus loin.

» Leur marche est, en général, en ligne droite. Parfois cependant on

a noté de légères oscillations, en sorte que la trajectoire, marquée sur le sol par des ravages, présente quelques déviations en zigzag.

» Leur inclinaison sur la verticale est parfois considérable; on en aurait noté une de 70° (?).

» Les tornados arrivent souvent au sein d'une atmosphère chaude et oppressive. Ils sont suivis d'un abaissement immédiat de température. Lorsqu'ils sont accompagnés d'averses, celles-ci se produisent presque indifféremment avant ou après leur passage. Les nombres sont 101 averses avant, 76 après, 4 pendant.

» Les tornados paraissent généralement dans les temps orageux. Quelquefois (70 cas), ils offrent eux-mêmes des signes d'une électricité propre, formation de boules de feu, sorte d'incandescence à la pointe. D'autres fois (49 cas), ils en sont entièrement privés et ne manifestent aucune trace d'électricité.

» Ces faits si nombreux et si authentiques sont parfaitement d'accord avec ma théorie, d'après laquelle les trombes et les tornados sont des mouvements tournants à axe vertical, essentiellement descendants, et engendrés dans les courants supérieurs, de même que les tourbillons sont engendrés dans nos fleuves.

» Ces trombes ont, comme les tourbillons, une large embouchure dans laquelle s'emmagasine toute la force vive due aux inégalités de vitesse du courant supérieur. En descendant dans la région inférieure où la pression augmente, les spires gyratoires se rétrécissent et transportent sur le sol, dans un espace très restreint, la force vive recueillie en haut dans leur vaste embouchure. Si le courant supérieur charrie des aiguilles de glaces (cirrhus) ou des particules d'eau à basse température, ce qui est le cas général aux États-Unis, l'air amené en bas par le tornado conserve partout, malgré la compression croissante, une température relativement basse, et produit autour du tornado une gaine nuageuse qui le rend visible. Enfin la force vive que cette espèce d'organe gigantesque amène en contact avec le sol ne subit presque aucune perte. La force vive perdue est d'ailleurs représentée en partie, dans certaines trombes, par les phénomènes électriques qu'elle y développe sous l'influence de quelque charge prise dans les régions supérieures.

» 2° *Rôle météorologique des tornados.* — Malgré leur identité mécanique avec les cyclones, il est aisé de voir que les rôles météorologiques sont bien différents. Sans parler des dimensions, il suffira de considérer la petitesse

du parcours des tornados, qui ne dépasse pas 11 lieues en moyenne et est souvent bien moindre (leur durée est de trois quarts d'heure en moyenne), pour comprendre qu'il y a là une différence essentielle avec les cyclones; ceux-ci parcourent d'énormes espaces et durent des semaines entières, traversent les mers et les continents, amenant partout, sur leur passage, les bourrasques, les orages et les averses.

» Il est évident que les trombes et les tornados, qui apparaissent, un instant, au milieu de temps orageux produits par le passage d'un grand cyclone au sein d'une vaste dépression barométrique, ne sont rien autre que des mouvements gyratoires partiels, nés accidentellement au sein d'un grand mouvement tournant et se produisant nécessairement dans le même sens ([1]). Mais il ne faudrait pas croire, d'après la statistique, qu'il y ait eu de 400 à 500 cyclones en Amérique dans ces cinq dernières années. Il peut en effet se produire 10 ou 12 trombes à la fois dans le même cyclone, témoin les 11 trombes simultanées que notre confrère M. Lalanne nous a si bien décrites il y a quelques jours. De même les 6 tornados du 20 mars 1875, dans les Carolines du Sud et du Nord, devaient appartenir à un même mouvement tournant; de même les 13 tornados du 30 mai 1879 dans le Kansas et le Missouri; de même les 17 tornados du 18 avril 1880, etc., etc. La question qui se pose ici est de déterminer dans quelle partie d'un cyclone et à quel moment favorable ces épiphénomènes passagers doivent ou peuvent se produire.

» Si les trombes et tornados se formaient indifféremment dans toutes les parties d'un cyclone, on les verrait se diriger presque indifféremment vers toutes les parties de l'horizon. Mais la statistique de M. Finley nous apprend que sur 372 tornados dont la direction a été déterminée, on en compte 310 venus du sud-ouest, 38 du nord-ouest, 16 du sud-sud-ouest, 5 de l'ouest-nord-ouest, 3 du nord-nord-ouest. D'après cela, les tornados se formeraient exclusivement dans le demi-cercle dangereux d'un cyclone, et presque toujours un peu à l'avant ([1]). Mais, pour vérifier cette conclusion importante, il faudrait posséder des renseignements détaillés sur la situation météorologique aux États-Unis à l'époque des tornados multiples.

(1) La succession des vents dans le demi-cercle dangereux d'un tornado devrait être sud-ouest, ouest, nord-ouest, nord, ... C'est aussi ce que donnent les statistiques pour 42 cas; mais on en trouve une cinquantaine d'autres où la succession indiquée est sud-ouest, nord-ouest, ouest. A la vérité, des transpositions se conçoivent de la part d'un observateur frappé par un tornado, et étudiant, après coup, la série des vents sur les débris.

» La distribution des tornados par mois nous offre un autre problème. Il y en a dans tous les mois de l'année, mais, comme pour les orages qui se rattachent intimement aux trombes et tornados, avec une prédominance très marquée en avril, juin et juillet. Pour traiter cette question par la statique, il me semble qu'il faudrait ne compter chaque groupe de tornados, appartenant au même cyclone, que pour une unité.

» La distribution des tornados dans les heures de la journée n'est pas moins frappante. Il y en a la nuit comme le jour, mais avec une prédominance considérable pour l'après-midi, de 4^h à 6^h.

Après midi.		Après minuit.	
De 1^h à 2^h..	8	De 1^h à 2^h..	2
De 2 à 3..	13	De 2 à 3..	3
De 3 à 4..	27	De 3 à 4..	4
De 4 à 5..	50	De 4 à 5..	1
De 5 à 6..	52	De 6 à 7..	2
De 6 à 7..	25	De 7 à 8..	3
De 7 à 8..	14	De 11 à 12..	5
De 8 à 9..	8		
De 9 à 10..	7		
De 10 à 11..	5		
De 11 à 12..	3		

» Toutefois, si l'on ne comptait chaque groupe de tornados simultanés que pour un, la répartition serait bien modifiée, car c'est seulement dans l'après-midi, de 3^h à 7^h, que ces groupes se présentent. Les heures de 4^h à 6^h sont celles où l'atmosphère, échauffée jusqu'à son maximum vers 2^h, et par conséquent dilatée, s'abaisse par le refroidissement. Les courants supérieurs où marchent les cyclones sont dus à de faibles dénivellations, comme les courants de la mer ou de nos rivières. Leur vitesse doit donc varier périodiquement en chaque lieu avec le soulèvement ou l'affaissement local de la vaste couche qui forme le lit du courant. Il résulterait de là qu'aux heures susdites la vitesse des courants supérieurs doit s'accroître pendant un certain temps, et comme les tornados se forment exclusivement dans la partie la plus rapide du cyclone, on conçoit qu'ils s'y multiplieront davantage aux heures où la vitesse y reçoit un accroissement.

» Enfin quelle est la cause de la distribution géographique des tornados aux États-Unis? Pourquoi cet admirable pays est-il ainsi ravagé dans les parties les plus florissantes, le Kansas, l'Illinois, le Missouri, New-York, etc. Il faut, pour s'en rendre compte, considérer les trajectoires des

cyclones du Pacifique, et surtout du golfe du Mexique, qui traversent ces vastes territoires et qui, au 30e degré de latitude, changent de direction pour marcher à l'est et aborder l'ancien monde. Mais il faut convenir que, si les faits contenus dans le Rapport du sergent Finley suffisent pour poser des problèmes nouveaux avec une netteté parfaite, ils ne suffisent pas encore pour les résoudre. C'est pourquoi je m'en tiendrai aux précédentes suggestions.

» *Moyens d'éviter les effets destructeurs des tornados.* — Très peu d'édifices en bois (c'est le genre de construction usité aux États-Unis où tout se fait vite) sont capables de résister aux tornados. M. Finley pense que la meilleure disposition serait celle d'un édifice carré et bas avec une toiture en croupes (*hip roof*). Les habitants des États les plus exposés feraient bien, dit le Rapport, de se préparer des retraites souterraines à peu de distance de leurs habitations. Chacune de ces casemates serait assez grande pour admettre dix ou quinze personnes et quelques objets qu'on voudrait sauver. Le mieux serait de l'entailler dans quelque butte ou colline. La porte d'entrée serait formée de poutres solides, fortement boulonnées et protégées par une grille en fer. L'aération se ferait par une ou deux cheminées aboutissant au ras du sol. Ces refuges devraient être tenus constamment prêts, surtout pour les mois d'avril, de mai, de juin, de juillet et d'août.

» S'il m'était permis d'ajouter quelque chose à ces sages prescriptions, je dirais que les maisons devraient être orientées de manière à présenter leurs faces aux quatre points cardinaux, et qu'elles devraient être munies, comme nos navires, d'un baromètre accessible et familier à tous les gens de la maison. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions de sept lettres.* Note de M. F. BRIOSCHI.

« I. M. Hermite, dans sa Communication du 9 novembre 1863, a démontré :

» 1° Que toutes les substitutions d'un système de sept lettres, x_0, x_1, x_2, ..., x_6, au nombre de 5040, peuvent se représenter de la manière suivante :

$$\left|\begin{matrix} x_r \\ x_{\alpha r+\beta} \end{matrix}\right| \; \left|\begin{matrix} x_r \\ x_{\alpha\theta(r+\beta)+\gamma} \end{matrix}\right|,$$

la fonction $\theta(r)$ prenant successivement ces formes :

$$(1)\quad \begin{cases} r^4 \pm 3r, \quad r^5 \pm 2r^2, \\ r^5 + ar^3 + 3a^2r \qquad (a \text{ quelconque}), \\ r^5 + ar^3 \pm r^2 + 3a^2r \quad (a \text{ non résidu quadratique de } 7); \end{cases}$$

» 2° Que les produits et les puissances des substitutions

$$S \equiv ar, \quad T \equiv \alpha\vartheta(r) + \beta \pmod{7},$$

dans lesquelles a, résidu quadratique, α, non résidu quadratique de 7 et

$$\vartheta(r) = r^5 + 2r^2,$$

sont des substitutions de la même forme, et que, par conséquent, on a un système de 168 substitutions conjuguées, ou des fonctions de sept lettres, qui, étant invariables par ce système de substitutions, ne peuvent avoir que trente valeurs distinctes ([1]).

» Ce dernier théorème avait déjà été énoncé, sous une autre forme, par M. Kronecker dans une Communication à l'Académie de Berlin (*Notiz über Gleichungen des siebenten Grades*) du 22 avril 1858, et dans cette même Communication se trouve le premier exemple d'une fonction de sept lettres, huit fois cyclique, ayant seulement trente valeurs.

» En désignant par (r) une fonction *cyclique* de sept lettres, et par $[\alpha\theta(r) + \beta]$ les fonctions qu'on obtient en opérant sur la fonction (r) avec une des substitutions (1), la forme générale d'une fonction de sept lettres à trente valeurs peut s'exprimer de la manière suivante :

$$\varphi(r) = (r) + (2r) + (4r) + \sum_0^6{}_s \{[6(r^5 + 2r^2) + s] + [5(r^5 + 2r^2) + s] + [3(r^5 + 2r^2) + s]\}.$$

En opérant sur cette fonction avec les substitutions

$$6(r^5 - 2r^2) + t, \quad (r^4 + 3r) + t, \quad (t = 0, 1, 2, \ldots, 6),$$

on a avec elle quinze valeurs; et, par les substitutions

$$(6r), \quad (r^5 + 2r^2) + t, \quad (r^4 - 3r) + t,$$

les quinze autres.

([1]) J'ai démontré un théorème analogue pour les fonctions de onze lettres (*Nachrichten der Kgl. Ges. d. Wiss. zu Göttingen*, 1869).

» Je supposerai, dans la suite, que, pour les sept lettres $x_0, x_1, \ldots, x_6$, soient vérifiées les deux conditions

$$\sum_0^6 {}_s x_s = 0, \quad \sum_0^6 {}_s x_s^2 = 0,$$

et, en posant $\rho = e^{\frac{2i\pi}{7}}$, j'exprime x_s comme il suit :

$$(2) \qquad x_s = \rho^s l + \rho^{4s} m + \rho^{2s} n + \rho^{6s} p + \rho^{3s} q + \rho^{5s} r;$$

la première condition est ainsi satisfaite. Pour la seconde, en posant $lp = f$, $mq = g$, $nr = h$, on aura

$$f + g + h = 0.$$

Or, si des relations (2) on déduit les valeurs de l, m, n, p, q, r, on démontre très facilement que

$$7^2.f = bA + cB + aC,$$
$$7^2.g = cA + aB + bC,$$
$$7^2.h = aA + bB + cC,$$

en faisant

$$a = \rho^4 + \rho^3, \quad b = \rho + \rho^6, \quad c = \rho^2 + \rho^5$$

et

$$A = x_0 x_1 + x_1 x_2 + x_2 x_3 + x_3 x_4 + x_4 x_5 + x_5 x_6 + x_6 + x_6 x_0,$$

puis B, C les fonctions qu'on obtient de A par les substitutions $(2r)$ $(4r)$.

» On aura ainsi, en observant que $A + B + C = 0$, la relation suivante :

$$(3) \qquad BC + CA + AB = 7^3(gh + hf + fg).$$

» II. Je prends comme point de départ de ces recherches la fonction de sept lettres

$$(r) = BC + CA + AB = \eta_\infty.$$

Elle est évidemment invariable par les substitutions $(2r)$, $(4r)$; et, en indiquant par

$$B_s C_s + C_s A_s + A_s B_s = \eta_s$$

celle qu'on obtient par la substitution $6(r^5 + 2r^2) + s$, on verra que la valeur $\varphi(r)$ d'une fonction de sept lettres à trente valeurs pourra s'écrire

$$\varphi(r) = \eta_\infty + \eta_0 + \eta_1 + \ldots + \eta_6.$$

» Soient $l_s, m_s, n_s; p_s, q_s, r_s$ les valeurs qu'on déduit de $l, m, n; p, q, r$. En opérant sur les sept lettres avec les substitutions $6(r^5 + 2r^2) + s$, si

dans ces valeurs on pose, au lieu de $x_0, x_1, \ldots, x_6$, leurs valeurs exprimées en $l, m, n; p, q, r$, on arrive aux relations suivantes :

$$\begin{aligned}
l_s &= \beta^2\rho^s l + \gamma^2\rho^{4s} m + \alpha^2\rho^{2s} n - (\omega+1)(\beta\gamma\rho^{6s} p + \gamma\alpha\rho^{3s} q + \alpha\beta\rho^{5s} r),\\
m_s &= \gamma^2\rho^s l + \alpha^2\rho^{4s} m + \beta^2\rho^{2s} n - (\omega+1)(\gamma\alpha\rho^{6s} p + \alpha\beta\rho^{3s} q + \beta\gamma\rho^{5s} r),\\
n_s &= \alpha^2\rho^s l + \beta^2\rho^{4s} m + \gamma^2\rho^{2s} n - (\omega+1)(\alpha\beta\rho^{6s} p + \beta\gamma\rho^{3s} q + \gamma\alpha\rho^{5s} r).\\
p_s &= \omega(\beta\gamma\rho^s l + \gamma\alpha\rho^{4s} m + \alpha\beta\rho^{2s} n) + \beta^2\rho^{6s} p + \gamma^2\rho^{3s} q + \alpha^2\rho^{5s} r,\\
q_s &= \omega(\gamma\alpha\rho^s l + \alpha\beta\rho^{5s} m + \beta\gamma\rho^{2s} n) + \gamma^2\rho^{6s} p + \alpha^2\rho^{3s} q + \beta^2\rho^{3s} r,\\
r_s &= \omega(\alpha\beta\rho^s l + \beta\gamma\rho^{4s} m + \gamma\alpha\rho^{2s} n) + \alpha^2\rho^{6s} p + \beta^2\rho^{3s} q + \gamma^2\rho^{5s} r,
\end{aligned}$$

dans lesquelles

$$\rho + \rho^2 + \rho^4 = \omega,$$
$$\alpha = \frac{\rho^2 - \rho^5}{\sqrt{-7}},\quad \beta = \frac{\rho^4 - \rho^3}{\sqrt{-7}},\quad \gamma = \frac{\rho - \rho^6}{\sqrt{-7}}.$$

» De ces équations, en posant $l_s p_s = f_s$, $m_s q_s = g_s$, $n_s r_s = h_s$, on déduit d'abord que

$$f_s + g_s + h_s = f + g + h = 0;$$

en second lieu, si l'on pose

$$(4)\qquad \begin{cases} l = \mu^2, \quad m = \nu^2, \quad n = \lambda^2,\\ p = \omega(\mu\nu + u), \quad q = \omega(\nu\lambda + v), \quad r = \omega(\lambda\mu + w), \end{cases}$$

les valeurs précédentes de l_s, m_s, ... deviennent

$$(5)\qquad \begin{cases} l_s = \mu_s^2 + 2(v_s - w_s), \quad m_s = \nu_s^2 + 2(w_s - u_s), \quad n_s = \lambda_s^2 + 2(u_s - v_s),\\ p_s = \omega(\mu_s\nu_s + u_s), \quad q_s = \omega(\nu_s\lambda_s + v_s), \quad r_s = \omega(\lambda_s\mu_s + w_s), \end{cases}$$

dans lesquelles

$$(6)\qquad \mu_s = \beta\rho^{4s}\mu + \gamma\rho^{2s}\nu + \alpha\rho^s\lambda, \quad u_s = \beta^2\rho^{6s} u + \gamma^2\rho^{3s} v + \alpha^2\rho^{5s} w,$$

et ν_s, λ_s, v_s, w_s s'obtiennent en substituant à β, γ, α les γ, α, β; α, β, γ.

» III. Si dans les formules ci-dessus on suppose $u = v = w = 0$, et en conséquence $u_s = v_s = w_s = 0$, on voit tout de suite que les quantités λ, μ, ν doivent satisfaire à l'équation biquadratique

$$(7)\qquad \mu^3\nu + \nu^3\lambda + \lambda^3\mu = 0;$$

la relation (3) conduira aux valeurs

$$(8)\qquad \begin{cases} \eta = 7^3.\omega^2.\lambda\mu\nu\,(\mu^2\nu^3 + \nu^2\lambda^3 + \lambda^2\mu^3),\\ \eta_s = 7^3.\omega^2.\lambda_s\mu_s\nu_s(\mu_s^2\nu_s^3 + \nu_s^2\lambda_s^3 + \lambda_s^2\mu_s^3), \end{cases}$$

et, dans ce cas, les expressions $\eta_\infty, \eta_0, \eta_1, \ldots, \eta_6$ seront racines d'une équation du huitième degré résoluble par les fonctions elliptiques, comme je le démontrerai dans une seconde Communication. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Conception rationnelle de la nature et de la propagation de l'électricité, déduite : 1° de la considération de l'énergie potentielle de la matière éthérée, associée à la matière pondérable; 2° du mode de production et de transmission du travail, provenant des variations de cette énergie.* Note de M. **A. Ledieu.**

« I. Dans des Communications précédentes, nous avons montré que la science actuelle de l'électricité se trouve viciée à sa base, de même que la théorie cinétique des gaz [1].

» Toutefois cette dernière théorie est très limitée dans son usage; et, de plus, elle n'a trait qu'à des questions solubles d'autre manière, ou qui ne sont que de simples curiosités physiques. En revanche, la science de l'électricité a une importance de premier ordre dans le merveilleux développement des applications industrielles de cet agent; et, sous sa forme présente, elle fournit des résultats pratiques tout à fait remarquables. Il semblerait dès lors que les principes que nous avons attaqués sont justifiés par leurs conséquences expérimentales; mais il est plus logique de conclure qu'ils renferment seulement un grand fond de vérité. Et effectivement, parmi les diverses sortes de grandeurs électriques employées, celles qui, contrairement à l'énergie électrique, ne correspondent pas à des éléments mécaniques précis et explicites, peuvent fort bien, comme l'intensité des courants et la force électromotrice de *circuit,* représenter des fonctions très simples de pareils éléments, ou encore, comme la résistance des conducteurs et des piles, constituer un pur coefficient propre à chaque cas. Cette conjecture se trouve corroborée par la circonstance curieuse que les unités des deux systèmes absolus C. G. S., électrostatique et électromagnétique, sont respectivement *cohérentes.*

» II. En raison de l'importance de ce fait, sur lequel les auteurs n'insistent pas suffisamment ou même ne disent mot, nous rappellerons explicitement ce qu'il signifie.

» Les principales grandeurs électriques comprennent :

» La quantité d'électricité q, l'intensité de pôle magnétique ou quantité de magnétisme ν,

[1]) Voir les *Comptes rendus* des 13 mars et 9 octobre 1882.

l'intensité de courant i, la force électromotrice de circuit e, la résistance r, le travail de courant ou la variation de l'énergie électrique W.

» Pour mesurer ces grandeurs, on est libre d'opérer par l'électrostatique, l'électrodynamique ou l'électromagnétisme. En vertu de la relation simple qui existe entre les intensités électrodynamique et électromagnétique des courants, les deux derniers procédés peuvent toujours se réduire à un seul. En pratique, c'est le procédé électromagnétique qui est adopté, à cause de sa plus grande commodité. On ne se trouve dès lors en face que de ce procédé et du procédé électrostatique.

» Dans la théorie actuelle, les grandeurs en question sont reliées tant entre elles qu'avec les coefficients k et $\varkappa$, qui entrent dans les lois de Coulomb des actions électriques et magnétiques, par la série connue des relations suivantes, où t représente du temps, l et λ des longueurs et F une force,

$$F = \frac{kq^2}{l^2}\ (\textit{en électrostatique}) = \frac{\varkappa\nu^2}{\lambda^2}\ (\textit{en électromagnétisme});$$

$$i = \frac{q}{t} = \frac{\nu}{\lambda} = \frac{e}{r} = \frac{W}{et}\ (\textit{en général}).$$

» Le nombre des équations est inférieur de trois au nombre des grandeurs ou coefficients qui y figurent. Il y a donc autant de ces quantités qui demeurent absolument arbitraires, et qu'il est loisible de déterminer par le procédé électrostatique ou électromagnétique. Il en résulte, avec l'un ou l'autre de ces procédés, une infinité de systèmes d'unités électriques.

» Mais on est rationnellement conduit à un système *unique* pour chaque procédé, en s'imposant, d'une part, d'employer dans les déterminations en vue les unités C.G.S. de longueur, de temps et de force, et, d'autre part, en convenant d'égaler à 1 celui des deux coefficients k ou $\varkappa$ qui est afférent au procédé considéré. De cette façon, il ne subsiste plus que deux systèmes, dits *absolus*, d'unités électriques, l'un électrostatique, l'autre électromagnétique, chacun nettement spécifié.

» Là l'unité de quantité d'électricité ou de magnétisme est fixée dès le principe; et il suffit alors de préciser deux nouvelles unités de départ dépendant de la première, mais indépendantes l'une de l'autre, pour en déduire, de proche en proche, les autres unités.

» Or, en procédant ainsi, on remarque que l'unité de travail de courant ou d'énergie électrique, qui dérive des unités déjà définies, se trouve *expérimentalement* égale à l'unité de travail C. G. S., c'est-à-dire à l'*erg*;

tandis que ce sont seulement les *dimensions* (ML^2T^{-2}) de cette unité qui découlent nécessairement des conventions précédentes, sans entraîner comme corollaire *forcé* l'égalité dont il s'agit. Cette égalité constitue la *cohérence* sus-énoncée, dont nous tirerons ultérieurement plusieurs conséquences remarquables. Mais on voit dès à présent qu'elle implique pour W une seule et même valeur dans les deux systèmes adoptés.

» III. Par ailleurs, il importe de remarquer que, des relations précédentes, on tire, sans spécification de système,

$$\frac{k^{\frac{1}{2}}}{\varkappa^{\frac{1}{2}}} = \frac{\nu}{q} = \frac{\lambda}{t}.$$

» Or, avec l'emploi des unités absolus, $\frac{\lambda}{t}$ représente *une certaine vitesse* ω.

» Comparons maintenant les grandeurs de même nom, électrostatiques ou électromagnétiques, en les distinguant par les indices s ou m, et en rappelant que, d'après une des conventions fondamentales précitées, $k_s = \varkappa_m = 1$. Nous aurons ainsi

$$\frac{q_s}{q_m} = \frac{k_m^{\frac{1}{2}}}{1} = \omega = \frac{i_s}{i_m} = \frac{\nu_s}{\nu_m} = \frac{1}{\varkappa_s^{\frac{1}{2}}} = \frac{e_m}{e_s} = \sqrt{\frac{r_m}{r_s}}.$$

» D'après cela, la vitesse ω joue un double rôle : d'abord, dans un même système, elle permet de passer de la quantité d'électricité à l'intensité de pôle magnétique ou quantité de magnétisme; puis, dans la transformation réciproque des deux systèmes, elle sert à évaluer entre elles les grandeurs de même nom, et par suite les unités y relatives. Cette vitesse est donc au fond un *coefficient de transformation.*

» Bien plus, les nombreuses valeurs obtenues expérimentalement pour ce coefficient oscillent autour de l'expression numérique de la vitesse de la lumière. Cette dernière circonstance est non moins importante à noter que la *cohérence* spécifiée ci-dessus. Elle met en évidence une relation intime entre l'électricité et l'éther cosmique. Cette relation est d'ailleurs accompagnée de plusieurs autres, telles que la propriété de biréfringence du verre et de certains liquides sous l'influence de l'étincelle d'induction; la rotation de la lumière réfléchie sur un aimant; l'action de la lumière sur la conductibilité électrique du sélénium, d'où découlent les principes de la photophonie.

» IV. Il nous a semblé dès lors naturel d'approfondir davantage la connexité de l'éther et de l'électricité, en étudiant, sous toutes leurs formes, les

modes d'accumulation et de propagation de ce dernier agent, aussi bien dans les appareils relativement anciens que dans les piles secondaires, et dans les transmissions multiples, duplex, harmoniques et électrophoniques.

» Dans le même but, nous avons reconnu nécessaire de prendre en considération le jeu libre, ou à peu près, d'une certaine quantité d'éther dans les interstices moléculaires des systèmes pondérables. L'existence de ce jeu se trouve basée sur l'immobilité d'*ensemble* de l'éther cosmique, non seulement dans les espaces célestes, mais encore au sein des corps qui se meuvent au milieu de ce fluide, et qui, en la conjecture que nous admettons, doivent le traverser comme des sortes de tamis. De son côté, l'immobilité en question a pour preuve les belles expériences de M. Fizeau, premièrement sur les déplacements de franges d'interférence, obtenus avec deux faisceaux lumineux, parcourant, en sens contraire l'un de l'autre, un flux liquide, et, en second lieu, sur la déviation du plan de polarisation. Ces expériences ont été confirmées par les observations que Sir Airy a faites avec le *water telescope* de Greenwich, et qui ont mis hors de conteste l'explication classique de l'aberration stellaire.

» IV. Dans le cours de notre étude, nous avons vu bientôt qu'il était inutile de nous préoccuper *immédiatement* des attractions et répulsions électriques et magnétiques, ainsi que des effets d'induction. Ce ne sont là, en somme, que des épiphénomènes dont l'explication découle naturellement de notre concept sur la nature de l'électricité, de même, du reste, que la signification qu'il convient d'attacher à l'impondérabilité de l'éther.

» Les imitations hydrodynamiques d'effets électriques et magnétiques, dues à MM. Bjerknes et Decharme, n'ont pas non plus échappé à notre examen, mais nous avons bien vite constaté qu'elles ne constituaient que de fausses analogies.

» Enfin, il nous a paru indispensable, tout en abandonnant la notion de flux électrique, de ne pas nous lier d'avance à l'idée d'*ondes*, dont on tend trop à abuser à propos de la propagation des phénomènes en général, de même qu'on abuse en mécanique moléculaire de l'idée de choc.

» VI. En parcourant la voie que nous venons d'indiquer, nous avons aussi été conduit à reprendre les lois de Ohm, sous l'aspect nouveau qui résulte de la nature de la chaleur d'après la Thermodynamique.

» Et ainsi, de conséquence en conséquence, a surgi de l'ensemble de nos multiples investigations les bases d'une nouvelle théorie de l'électricité, dont nous ne trouvons trace chez aucun des nombreux au-

teurs [1] qui ont essayé de réunir en une seule et même doctrine l'électricité statique, les courants et le magnétisme.

» Cette nouvelle théorie s'étaye du reste sur les données déjà acquises dans la théorie vibratoire de la matière et en chimie atomique. Elle comporte, comme points de départ, une série d'inductions qui renferment incidemment l'hypothèse, unanimement acceptée aujourd'hui, des *forces centrales*, et quelques idées déjà mises en avant, mais demeurées stériles. »

MÉTROLOGIE. — *Sur les procédés employés pour la confection et le tracé des étalons métriques.* Note de M. **Tresca.**

« M. Dumas, avec l'autorité qui lui appartient, a fait connaître à l'Académie les résultats des dernières vérifications des nouveaux étalons du Mètre et du Kilogramme. Ces résultats, par l'influence qu'ils ne peuvent manquer d'exercer sur l'extension du système métrique, forment en effet le point capital du travail qui vient d'être exécuté. Mais, à un point de vue plus restreint et qui m'est un peu plus personnel, il est essentiel que l'Académie ait une complète connaissance des procédés, en partie nouveaux, qui ont été employés en particulier pour la construction des mètres. Si je ne me trouvais, par suite de l'état de ma santé, éloigné en ce moment des séances de l'Académie, je me serais immédiatement chargé de lui fournir, à ce sujet, quelques détails scientifiques. Je vais m'en occuper néanmoins et j'espère pouvoir lui présenter, à bref délai, un Mémoire complet sur la confection des étalons, sur la construction des comparateurs et sur le tracé même des mètres, toutes questions dont je n'ai cessé de m'occuper pendant les douze dernières années, avec plusieurs de nos Confrères, au point de vue des vérifications internationales. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. E. **Boudeau** adresse, de Saint-Georges de Rex, un Mémoire, accompagné de figures, sur un appareil télégraphique imprimant en caractères ordinaires.

(Commissaires : MM. du Moncel, Breguet.)

---

(1) Weber, B. Riemann, C. Neumann, Betti, Lorenz, Maxwell, Edlung, Moutier, Renard, Colnet d'Huart, etc.

M. **Pons** adresse une Note relative aux comètes.

(Renvoi à l'examen de M. Faye.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un « Discours prononcé à l'inauguration de la statue de P. Fermat, par M. l'abbé *Larrieu* ».

ASTRONOMIE. — *Missions brésiliennes pour l'observation du passage de Vénus.* Note de M. **Cruls**, présentée par M. Faye, au nom de S. M. l'Empereur du Brésil.

« Les stations que le Brésil établira pour l'observation du passage de Vénus seront au nombre de quatre, dont deux sur le territoire de l'Empire : à Rio et Pernambuco, et deux au dehors, l'une à Saint-Thomas des Antilles, et l'autre aux environs du détroit de Magellan. La mission de Magellan, en outre des culminations lunaires, et pour mieux assurer la longitude de la station, aura recours à une chaîne chronométrique reliée à Montevideo et obtenue à l'aide d'une quinzaine de chronomètres. A cet effet, il sera mis à sa disposition une corvette de l'État qui permettra le transport des chronomètres avec une grande sécurité.

» Le matériel d'observation de chaque station se composera d'un équatorial de 6 pouces ($0^{m},162$) d'ouverture, d'une lunette astronomique de $4\frac{1}{2}$ pouces ($0^{m},122$), d'une lunette méridienne avec collimateur, d'une excellente pendule compensée et de quatre chronomètres, chronographe électrique et accessoires, ainsi que d'une collection d'instruments de Météorologie.

» La composition du personnel des missions sera la suivante :

Saint-Thomas...	M. le capitaine de vaisseau baron de Jeffé, directeur de la répartition hydrographique, et deux officiers de marine.
Magellan......	M. L. Cruls, et deux officiers de marine
Pernambuco....	M. J. de O. Lacaille, astronome, et un élève-astronome.
Rio de Janeiro..	M. le capitaine de frégate J.-C. de Souza Jacques, et un astronome.

» Dans ces conditions, il est à espérer que le Brésil pourra concourir efficacement à la solution du problème de la parallaxe solaire. »

M. **Faye**, en présentant à l'Académie, au nom de S. M. l'Empereur du Brésil, la Note précédente de M. Cruls, ajoute :

« L'Académie apprendra avec satisfaction que, sous les auspices de notre illustre Confrère, le Brésil, dont l'activité scientifique se développe rapidement, va prendre une part importante aux expéditions que toutes les nations civilisées organisent pour l'observation de ce grand phénomène. Les quatre stations brésiliennes, réparties sur les côtes orientales des deux Amériques, embrasseront, depuis l'île Saint-Thomas jusqu'au détroit de Magellan, un arc de 72°. Naturellement l'Observatoire impérial de Rio, qui verra le Soleil presqu'à son zénith à la première phase du phénomène, sera une de ces stations. En outre, la jonction chronométrique du détroit de Magellan avec Montevideo, que le gouvernement brésilien rattache à l'une de ces missions, est une opération de haute précision qui sera utilisée par tous les observateurs de ces parages lointains. Elle viendra se relier à la détermination télégraphique que le Bureau des Longitudes va faire exécuter à travers le continent américain entre Montevideo ou Buenos-Ayres, et Santiago du Chili et Lima. »

ASTRONOMIE. — *Sur la comète 1812 (Pons) et sur son prochain retour.* Note de MM. **Schulhof** et **Bossert**, présentée par M. Mouchez.

« La comète de 1812 fut découverte par Pons, à Marseille, le 20 juillet. Encke reconnut l'ellipticité de son orbite et assigna à cet astre une durée de révolution de $70^{\text{ans}},7$. Mais Encke ne disposait pas pour ses calculs de toutes les observations de la comète; il n'avait pas connaissance d'une série d'observations, très étendue et fort importante, de Blanpain, à Marseille, et qui est conservée dans les Archives du Bureau des Longitudes; en outre, les observations de Flaugergues, à Viviers, n'étaient pas encore publiées. Nous avons donc cru utile, à l'approche du retour de la comète, de reprendre la détermination de l'orbite. Dans la discussion des observations, nous avons appliqué des corrections systématiques à certaines séries d'observations, quand une orientation défectueuse du micromètre se manifestait ou quand les constantes du micromètre employées par l'observateur ne nous paraissaient pas bien déterminées.

» En tenant compte des faibles perturbations que la comète a subies,

pendant la durée de sa visibilité, de la part de Mercure, Vénus, la Terre, Mars, Jupiter et Saturne, nous avons déduit les éléments suivants :

$$T = 1812, \text{ septembre } 15{,}332104 - 0{,}80089\, de, \text{ temps moyen de Paris},$$
$$\left.\begin{array}{l} \pi = 92^\circ 19' 48'',2 + 39770''\, de \\ \Omega = 253^\circ\ 0' 43'',7 + 45183''\, de \\ i = 73^\circ 57' 35'',8 + 11208''\, de \end{array}\right\} \text{éclipt. et équinoxe moyens } 1812{,}0,$$
$$e = 0{,}9555842 \quad + de,$$
$$\log q = 9{,}8904903 \quad + 0{,}05869\, de.$$

Pour $de = 0$, on a les éléments les plus probables, et la durée de révolution est égale à $73^{\text{ans}},18$; l'incertitude dans les lieux normaux formés de l'ensemble des observations permet de varier de entre les limites $\pm 0{,}0018$, ce qui correspond à une incertitude de $\pm 4^{\text{ans}},5$ dans la durée de révolution. Afin de pouvoir préparer des Éphémérides destinées à la recherche de la comète à son prochain retour, nous avons encore calculé les perturbations dans les éléments de la comète produites par Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune, de 1812 à 1884. La somme des perturbations des quatre planètes est donnée dans le tableau suivant :

$$\Delta\pi = +2',80,$$
$$\Delta\Omega = +8,40,$$
$$\Delta i = +5,84,$$
$$\Delta\varphi = -3,66,$$
$$\Delta\mu = +0,01194,$$
$$\Delta M = +359,97.$$

Par leur effet, le retour de la comète sera avancé de 445 jours. Voici les éléments osculateurs pour l'époque 1884, mai 31, 35.

$$T = 1884, \text{ septembre } 3{,}65, \text{ temps moyen de Paris.}$$
$$\left.\begin{array}{l} \pi = 93^\circ 22',5 \\ \Omega = 254^\circ\ 9',6 \\ i = 74^\circ\ 3',3 \end{array}\right\} \text{équinoxe et éclipt. moyens } 1884{,}0,$$
$$e = 0{,}9552699,$$
$$\log q = 9{,}88930,$$
$$\mu = 49'',198,$$
$$\log a = 1{,}23870.$$

» Des recherches faites dans les Catalogues des comètes pour trouver des apparitions antérieures de notre comète n'ont pas abouti à des résultats positifs. Dans les trois passages au périhélie qui précèdent 1812, cet astre

n'a certainement pas été observé. Pour aller avec certitude dans le passé, il nous faudrait connaître plus exactement la durée moyenne de sa révolution autour du Soleil. Nous voulons au moins donner une liste des comètes du XVIe au XIe siècle pour lesquelles les indications plus ou moins vagues des contemporains ne sont pas contraires à la possibilité d'une identité avec la comète de 1812. Toutes ces comètes ont été vues dans les mois d'octobre à février, période pendant laquelle la comète est sensiblement plus brillante que si elle passe au périhélie en septembre, comme en 1812, où toutefois elle était visible à l'œil nu avec une queue de 2°. Ce sont les comètes des années 1530, 1529, 1528, 1521, 1520; 1457; 1379 ou 1380; 1314, 1302; 1250, 1239, 1232; 1152, 1143, 1132; 1097, 1096, 1075; 1036, 1035 ou 1034, 1023, 1014 ou 1015, 1000, 998.

» Lorsque la comète de 1812 sera retrouvée, on peut espérer reconnaître avec plus de certitude quelques-unes de ses apparitions antérieures. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les propriétés métriques et cinématiques d'une sorte de quadrangles conjugués*. Note de M. C. STEPHANOS.

« En cherchant à généraliser dans un certain sens une proposition cinématique fort belle due à M. Tchebychef [1], je suis arrivé à des propriétés assez remarquables d'une sorte de *quadrangles* (systèmes de quatre points) *conjugués*, dont je me propose de donner ici une brève indication.

» I. Je dis que deux systèmes de quatre points A_1, A_2, A_3, A_4 et B_1, B_2, B_3, B_4 forment deux *quadrangles conjugués*, lorsque, de quelque manière qu'on les place sur un même plan, sans changement de leurs dimensions respectives, leurs points correspondants (A_i et B_i) constituent quatre couples de *points conjugués* par rapport à un cercle.

» Deux quadrangles conjugués A et B peuvent encore être caractérisés, par cette propriété que chacun des angles $\widehat{A_i A_k A_j}$, mesuré dans un sens déterminé, est égal, à un multiple près de π, à l'angle $\widehat{B_i B_l B_j}$, mesuré dans le même sens (i, j, k, l formant une permutation quelconque des quatre indices 1, 2, 3, 4). On voit d'après cela que les trois angles $\widehat{A_k A_i A_l}$, $\widehat{A_l A_i A_j}$,

[1] Donnée par M. Tchebychef dans son Mémoire *Sur les plus simples systèmes articulés qui fournissent un mouvement rectiligne approximatif au quatrième et au cinquième ordre* (*Mémoires scientifiques de l'Académie de Saint-Pétersbourg*, séance du 24 novembre 1881).

$\widehat{A_j A_i A_k}$, formés par les trois côtés du quadrangle A issus d'un sommet A_j, sont respectivement égaux (à des multiples près de π) aux angles de triangle $B_j B_k B_l$ correspondants.

» Étant donnés sur un plan deux quadrangles conjugués A et B, si l'on prend le symétrique de B par rapport à une droite convenable de son plan, on peut faire de manière que le nouveau quadrangle B' ait ses côtés $B'_i B'_j$ respectivement parallèles aux côtés $A_k A_l$ de A. Les deux quadrangles A et B' constituent ainsi deux *figures réciproques*, dans le sens qu'on attache à ce mot en Statique, d'après MM. Clerk Maxwell et Cremona ([1]). Il est à noter que, de quelque manière que l'on place deux pareils quadrangles A et B' sur un même plan, leurs sommets correspondants constituent quatre couples de points conjugués par rapport à un faisceau d'hyperboles équilatères.

» De la définition que nous avons donnée de deux quadrangles conjugués, on peut déduire aisément la relation projective qui existe entre les sommets de deux pareils quadrangles A et B et les points imaginaires I et J à l'infini sur le cercle. On trouve ainsi que les deux groupes de six points $A_1 A_2 A_3 A_4$ IJ et $B_1 B_2 B_3 B_4$ IJ sont caractérisés par cette propriété, qu'il existe une triple infinité de *corrélations* (ou de *réciprocités*) dans lesquelles les droites polaires des points du premier groupe passent respectivement par les points correspondants du second ([2]).

» II. Il y a une infinité de quadrangles B conjugués à un quadrangle arbitraire A. Tous ces quadrangles B sont semblables entre eux.

» Un quadrangle n'est conjugué à lui-même que dans le cas où ses quatre sommets sont sur une circonférence de cercle. Pour qu'un quadrangle soit conjugué à son symétrique (par rapport à une droite), il faut que chacun de ses sommets constitue le point de rencontre des hauteurs du triangle formé par les trois autres.

» Si $A_1 A_2 A_3 A_4$ et $B_1 B_2 B_3 B_4$ sont deux quadrangles conjugués, les aires des triangles $A_2 A_3 A_4$, $A_3 A_1 A_4$, $A_1 A_2 A_4$, $A_1 A_2 A_3$ sont respectivement proportionnelles à celles des triangles correspondants $B_2 B_3 B_4$, ... Je désignerai par $\lambda_1 : \lambda_2 : \lambda_3 : \lambda_4$ $(\Sigma \lambda_i = 0)$ les rapports respectifs de ces quatre aires.

([1]) *Voir* le travail de M. Cremona : *Le figure reciproche nella Statica grafica*, Milan, 1872.

([2]) MM. Clebsch, Sturm, Rosanes, Voss et autres géomètres se sont occupés des propriétés projectives de deux pareils groupes de six points. *Voir* notamment le Mémoire de M. Rosanes : *Ueber linear-abhängige Punktsysteme* (*Journal de Borchardt*, t. 88, p. 241-273; 1880), ainsi qu'une Note de M. Voss : *Zur Theorie der linearen Connexe* (*Mathem. Annalen*, t. XV, p. 355-358; 1879).

» Si l'on représente par α_1, α_2, α_3 les trois angles du triangle $A_1A_2A_3$ et par β_1, β_2, β_3 ceux du triangle $B_1B_2B_3$, on peut poser

$$\lambda_1 = \frac{1}{\cot\alpha_1 - \cot\beta_1}, \quad \lambda_2 = \frac{1}{\cot\alpha_2 - \cot\beta_2}, \quad \lambda_3 = \frac{1}{\cot\alpha_3 - \cot\beta_3}.$$

» Deux quadrangles conjugués A et B sont, en général, déterminés d'une manière unique lorsqu'on donne trois sommets A_1, A_2, A_3 de l'un et les trois sommets correspondants B_1, B_2, B_3 de l'autre. Si les points A_1, A_2, A_3 sont en ligne droite, le quatrième sommet B_4 de B tombe sur la droite à l'infini.

» Cependant, dans le cas où les deux triangles $A_1A_2A_3$ et $B_1B_2B_3$ sont semblables, on peut compléter les deux quadrangles A et B d'une infinité de manières. Pour cela on n'a qu'à prendre, pour quatrièmes points A_4 et B_4, deux points situés respectivement sur les cercles circonscrits aux triangles $A_1A_2A_3$ et $B_1B_2B_3$ et choisis de manière que les deux quadrangles A et B soient semblables.

» III. Considérons deux quadrangles conjugués A et B, situés dans un même plan. Soient ρ_1, ρ_2, ρ_3, ρ_4 les distances respectives des quatre sommets du premier aux sommets correspondants du second. Quelle que puisse être la position respective des deux quadrangles sur le même plan, on aura la relation

$$\lambda_1\rho_1^2 + \lambda_2\rho_2^2 + \lambda_3\rho_3^2 + \lambda_4\rho_4^2 = C,$$

C étant une constante qui ne dépend que des dimensions des deux quadrangles, et λ_1, λ_2, λ_3, λ_4 désignant les mêmes quantités que précédemment.

De cette relation résulte la propriété importante que, toutes les fois que les sommets A_1, A_2, A_3 du quadrangle A tombent respectivement sur des cercles *arbitraires* ayant pour centres les points B_1, B_2, B_3, le quatrième sommet A_4 de A vient tomber sur un quatrième cercle ayant pour centre le point B_4.

» Cette propriété est d'autant plus remarquable qu'il y a, en général, *six positions différentes* d'une figure sur un plan, telles que trois points A_1, A_2, A_3 de cette figure soient situés respectivement sur des cercles $\mathfrak{B}_1$, $\mathfrak{B}_2$, $\mathfrak{B}_3$. Ainsi, étant données six pareilles positions d'une figure plane sur un plan, il n'existe, en général, qu'un seul point A_4 de cette figure (autre que les points A_1, A_2, A_3), dont les positions correspondantes soient sur un même cercle $\mathfrak{B}_4$. Ce n'est que dans le cas où le triangle $A_1A_2A_3$ est semblable au triangle formé par les centres des trois cercles $\mathfrak{B}_1$, $\mathfrak{B}_2$, $\mathfrak{B}_3$ qu'il y a une infinité de points A_4 (points situés sur le cercle circonscrit au

triangle $A_1A_2A_3$) jouissant de cette propriété. Mais il faut bien remarquer que, dans tous les cas, le quadrangle $A_1A_2A_3A_4$ est conjugué au quadrangle formé par les centres des quatre cercles correspondants $\mathfrak{B}_1$, $\mathfrak{B}_2$, $\mathfrak{B}_3$, $\mathfrak{B}_4$.

» Dans le cas où les trois points A_1, A_2, A_3 sont en ligne droite, le cercle B_4 est remplacé par une ligne droite b; cette droite garde une direction fixe lorsqu'on fait changer les rayons des cercles B_1, B_2, B_3 en laissant leurs centres les mêmes. On obtient ainsi la proposition due à M. Tchebychef, à laquelle nous avons fait allusion au commencement de cette Note ([1]). »

OPTIQUE. — *Indices de réfraction ordinaire et extraordinaire du spath d'Islande, pour les rayons de diverses longueurs d'onde jusqu'à l'extrême ultra-violet.* Note de M. **Ed. Sarasin**, présentée par M. Cornu.

« Le quartz, le spath calcaire et le spath-fluor possèdent, on le sait, une transparence remarquable pour les radiations ultra-violettes. Cette propriété trouve son application dans la construction des appareils d'optique destinés à l'étude spéciale de ces radiations, et cette application, à son tour, exige la connaissance des indices de réfraction de ces cristaux. J'ai fait précédemment cette étude pour le quartz ([2]); je l'ai commencée pour le spath-fluor, et j'ai l'honneur de soumettre aujourd'hui à l'Académie les résultats que j'ai obtenus pour le spath d'Islande ([3]).

» Les mesures ont porté sur les principales raies du spectre solaire vi-

---

([1]) Pour montrer jusqu'à quel point mes considérations se rapprochent de celles de l'illustre géomètre, je vais donner ici l'énoncé d'un théorème dont on peut déduire la proposition précédente, comme M. Tchebychef me l'a fait remarquer.

« *Considérons trois points* A_1, A_2, A_3 *situés en lignes droites et appartenant à une figure plane* F. Soient ρ_1, ρ_2, ρ_3 les distances de ces points à trois points fixes du plan de cette figure. Lorsque la figure F se meut dans son plan, de manière que l'on ait

$$\overline{A_2A_3}\,\rho_1^2 + \overline{A_3A_1}\,\rho_2^2 + \overline{A_1A_2}\,\rho_3^2 = \lambda,$$

λ étant une constante arbitraire, il y a dans cette figure un point A_4 qui décrit une droite b. Ce point A_4 est le même, quelle que soit la valeur de λ. Quant aux droites b qui correspondent aux diverses valeurs de λ, elles sont toutes parallèles à une direction fixe. »

([2]) *Comptes rendus*, 24 décembre 1877, t. LXXXV, p. 1230.

([3]) Le spath d'Islande ne présente pas cependant, pour les rayons ultra-violets extrêmes, une aussi grande transparence que le quartz ou que le spath-fluor (Cornu); il absorbe déjà notablement la raie 26 du cadmium.

sible, et sur les raies du cadmium dont les longueurs d'onde ont été données d'abord par M. Mascart, puis plus récemment par M. Cornu, pour les plus réfrangibles d'entre elles. Le spectre que l'on obtient en faisant jaillir l'étincelle d'induction entre deux pointes de cadmium a l'avantage de présenter une échelle de raies assez régulièrement réparties, sur toute l'étendue du spectre visible et du spectre ultra-violet.

» L'observation des raies ultra-violettes a eu lieu à l'aide de l'oculaire fluorescent de M. Soret.

» J'ai opéré sur deux prismes de spath d'Islande différents, travaillés avec une grande précision, leurs arêtes exactement parallèles à l'axe de cristallisation, et leurs faces d'une planéité très satisfaisante eu égard aux difficultés qu'on éprouve à la réaliser. Le prisme n° 1 a été taillé par M. Hofmann; son angle réfringent, déduit d'un grand nombre de mesures, est de 60°2'30". Le prisme n° 2, taillé par M. Laurent, mesure 6°3'25".

» Le Tableau qui suit contient les résultats obtenus.

» La première colonne donne la désignation de la raie spectrale observée; la seconde colonne, la longueur d'onde correspondante pour les raies du cadmium, de 1 à 7 d'après M. Mascart; pour les raies de 9 à 26, d'après M. Cornu. Les quatre colonnes suivantes donnent les indices ordinaire et extraordinaire du spath, obtenus avec les deux prismes différents. J'ai effectué un grand nombre de mesures sur la raie D, tant sur la lumière solaire que sur la lumière du sodium. Les raies 2 et 3 du cadmium sont très voisines, et par cela même d'une observation très difficile; les mesures effectuées sur ces raies ne présentent donc pas une grande précision. La raie Cd^{12} est triple; je n'ai pu toutefois dédoubler suffisamment bien les deux plus réfrangibles, α et β: la mesure de l'indice ordinaire est donc relative à l'ensemble de ces deux raies; dans le spectre extraordinaire, je n'ai pas pu séparer les trois raies.

Indice de réfraction du spath calcaire.

		Indices de réfraction			
		ordinaire.		extraordinaire.	
Raies.	Longueur d'onde.	Prisme n° 1.	Prisme n° 2.	Prisme n° 1.	Prisme n° 2.
A........	760,40	1,65000	1,64983	1,48261	1,48251
B........	686,71	1,65285	1,65283	1,48391	1,48384
Cd 1......	643,70	1,65501	»	1,48481	»
D........	589,20	1,65839	1,65825	1,48644	1,48634
Cd 2......	537,71	1.66234	»	1,48815	»
Cd 3......	533,63	1,66274	»	1,48843	»
Dd 4.....	508,44	1,66525	»	1,48953	»

Raies.	Longueur d'onde.	Indices de réfraction ordinaire. Prisme n° 1.	Prisme n° 2.	extraordinaire. Prisme n° 1.	Prisme n° 2.
F	486,074	1,66783	1,66773	1,49079	1,49069
Cd 5......	479,86	1,66858	»	1,49112	»
Cd 6......	467,65	1,67023	»	1,49185	»
Cd 7......	441,45	1,67417	»	1,49367	»
h...	410,05	1,68036	1,68008	1,49636	1,49640
H........	396,81	1,68319	1,68321	1,49774	1,49767
Cd 9	360,90	1,69325	1,69310	1,50228	1,50224
Cd 10	346,68	1,69842	1,69818	1,50452	1,50443
Cd 11.....	340,15	1,70079	»	1,50559	»
Cd 12 γ...	325,8	1,70716	»	1,50857	»
Cd 12 {β, α}..	324,75	1,70764	»		
Cd 17.....	274,77	1,74151	1,74166	1,52276	1,52287
Cd 18.....	257,23	1,76050	1,76060	1,53019	1,53059
Cd 23.....	231,35	1,80248	1,80272	1,54559	1,54583
Cd 24.....	226,55	1,81300	1,81291	1,54920	1,54960
Cd 25.....	219,45	1,83090	1,83091	1,55514	1,55533
Cd 26.....	214,41	1,84580	1,84592	1,55993	1,56014

» On voit que l'accord entre les deux séries des deux prismes est satisfaisant, en particulier pour les raies extrêmes Cd 24, 25 et 26.

» Comme comparaison avec les résultats obtenus par d'autres observateurs, voici le parallèle des valeurs trouvées pour l'indice ordinaire des raies D et F, par M. Mascart, M. Cornu et moi-même; ces dernières sont la moyenne des valeurs obtenues avec les deux prismes.

Raie.	Mascart.	Cornu.	Sarasin.
D................	1,65846	1,65833	1,658378
F................	1,66793	1,66779	1,667778

» On voit qu'ici encore l'accord est très satisfaisant. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Les forces d'induction que le Soleil développe dans les corps par sa rotation varient, toutes choses égales d'ailleurs, en raison inverse des carrés des distances.* Note de M. **Quet**.

« *Pour un corps qui se mouvrait circulairement autour du Soleil dans le plan de son équateur, les deux forces d'induction qui lui sont appliquées et qui sont dues, l'une à sa vitesse de révolution et l'autre à la rotation de l'astre, ont un rapport égal à celui du temps employé par le Soleil à faire un tour complet autour de son axe et par le conducteur à accomplir sa révolution*

» Si des conducteurs se trouvent simultanément sur une droite menée du centre du Soleil, leurs forces d'induction dues à la rotation de l'astre sont parallèles entre elles et varient en raison inverse des carrés des distances. Dans ces conditions et seulement au point de vue de l'intensité, la loi est la même que pour la lumière, la chaleur et l'attraction solaires. Cette proposition résulte des formules que j'ai publiées dans les *Comptes rendus* du 2 décembre 1878. Supposons les conducteurs placés à des distances du Soleil respectivement égales à celles des planètes, ou bien des comètes dans leur périhélie, et pour plus de clarté donnons à ces corps les noms des planètes et des comètes correspondantes; la loi précédente nous permettra de représenter les forces d'induction par les nombres du Tableau suivant :

Terre.	Comète de 1843.	Comète de 1680.	Mercure.	Comète de 1881.
1	33059	22956	6,6	2,05

On a pris pour unité de force d'induction la force que le Soleil développe sur la Terre par l'effet de sa rotation. Les nombres de ce Tableau ne sont donc pas comparables à ceux du Tableau que j'ai donné dans les *Comptes rendus* du 18 septembre dernier; pour que l'on puisse se servir simultanément des deux séries de nombres, afin de se former une idée de la grandeur de la résultante des deux forces d'induction, nous admettrons que les orbites sont sur le plan de l'équateur solaire; cette hypothèse est loin de se réaliser, mais les formules que je donnerai permettront d'atteindre le cas des mouvements tels qu'ils ont lieu. Dans ces conditions, les deux forces d'induction produites par le Soleil sur la Terre sont quinze fois plus grandes l'une que l'autre, l'induction par rotation du Soleil étant la plus forte. Multiplions donc par 15 tous les nombres du Tableau précédent et nous aurons une série de forces que l'on pourra comparer à celles du Tableau des *Comptes rendus* du 18 septembre dernier, les orbites étant supposées sur le plan de l'équateur solaire; j'obtiens ainsi le Tableau suivant :

Terre.	Comète de 1843.	Comète de 1680.	Mercure.	Comète de 1881.
15	495855	344340	99	31,20

Vénus.	Mars.	Jupiter.	Saturne.	Uranus.	Neptune.
98,5	6,45	0,54	0,165	0,045	0,015

» L'induction due à la rotation du Soleil est très considérable sur les deux comètes de 1843 et 1680, mais elle est bien inférieure à celle qui est produite par la vitesse de révolution. C'est le contraire qui a lieu pour la co-

mète de 1881 et pour toutes les planètes; on voit qu'elle reste sensible dans toute l'étendue du monde planétaire, même sur Neptune.

» Pour calculer la résultante des deux inductions sur un même corps, il faudrait connaître l'angle des deux composantes; toutefois elle est comprise entre la somme et la différence des deux forces partielles; ainsi, pour la comète de 1843, cette résultante est plus grande que 113657380. Cette comète a donc été soumise à une induction très énergique; pendant qu'elle s'approchait du périhélie, la force croissait et au delà elle décroissait : il y avait ainsi en permanence des décompositions et des recompositions des deux fluides électriques et le transport des deux électricités se faisait sur une grande échelle, à travers un volume 2032 fois plus grand que celui de la Terre. Il est naturel d'admettre que, indépendamment d'autres causes, les décharges électriques, continuelles communiquaient aux vapeurs et aux gaz la propriété d'émettre une lumière propre, et produisaient en elles des décompositions ou des combinaisons chimiques. Des considérations analogues peuvent se reproduire sur les autres comètes et expliquer en partie les phénomènes révélés par le spectroscope.

» Les composantes X', Y', Z' de la force d'induction F' due à la rotation du Soleil ont les valeurs suivantes, que j'extrais de ma Communication académique du 2 décembre 1878 :

$$X' = \frac{\text{KMN}}{2R^2}(ep + 2\lambda' h), \quad Y' = \frac{\text{KMN}}{2R^2}(fp + 2\mu' h), \quad Z' = \frac{\text{KMN}}{2R^2}(gp + 2\nu' h).$$

On a posé $p = \cos v_1 - 3hh'$; les composantes analogues X'_1, Y'_1, Z'_1 de la force F'_1 pour un deuxième corps induit s'obtiennent des expressions précédentes, par un simple changement de lettres. Si les deux corps se trouvent simultanément sur une même droite menée du centre du Soleil, toutes les quantités des seconds membres, sauf R et R_1, seront les mêmes, et alors on déduit immédiatement

$$\frac{X'}{X'_1} = \frac{Y'}{Y'_1} = \frac{Z'}{Z'_1} = \frac{R'}{R'_1} = \frac{R_1^2}{R^2}.$$

Ces formules démontrent les deux premières lois que j'ai indiquées.

» Considérons maintenant un seul corps et projetons la force F' sur trois axes dont l'un est le rayon vecteur, le second est la perpendiculaire à ce rayon menée dans l'orbite et le troisième se trouve sur la normale à l'orbite; on aura

$$e = 1, \quad f = 0, \quad g = 0, \quad h = \alpha', \quad h' = \lambda'.$$

Si d'ailleurs l'orbite est sur l'équateur solaire, on aura

$$\lambda' = 0, \quad \mu' = 0, \quad \nu' = 1, \quad h' = 0,$$

et par suite

$$X' = \frac{KMN\gamma'}{2R^2}, \quad Y' = 0, \quad Z' = \frac{2KMN\alpha'}{2R^2}, \quad F' = \frac{KMN}{2R^2}\sqrt{4\alpha'^2 + \gamma'^2}.$$

Les composantes X, Y, Z de la force d'induction qui est due à la vitesse de révolution du corps sont données dans les *Comptes rendus* du 2 décembre 1878, et leurs valeurs deviennent, lorsqu'on les rapporte aux axes précédents et que l'orbite est sur le plan de l'équateur solaire,

$$X = -\frac{KM\omega}{2R^3}\gamma', \quad Y = 0, \quad Z = -\frac{2KM\omega}{2R^3}\alpha', \quad F = \frac{KM\omega}{2R^3}\sqrt{4\alpha'^2 + \gamma'^2};$$

on voit que, dans ces conditions, les deux forces F' et F sont directement opposées, et l'on obtient ce rapport

$$\frac{F}{F'} = \frac{\theta}{T},$$

en remarquant que, T et θ étant les durées de la révolution du corps et de la rotation du Soleil, on a

$$\omega T = 2\pi R, \quad N\theta = 2\pi.$$

Cette équation démontre le troisième théorème que j'ai énoncé. Le rapport $\frac{T}{\theta} = 15$ pour la Terre; on a donc

$$F' = 15F,$$

et c'est pour cela que nous avons attribué à notre globe le nombre 15 dans le Tableau précédent, ce qui fait que, dans ce Tableau et dans celui de ma Communication du 18 septembre dernier, toutes les forces sont rapportées à la même unité F; cette force unitaire est capable de produire des effets sensibles, si le Soleil n'a pas un pouvoir magnétique trop faible en comparaison de celui de la Terre. Le rapport F' et F ou de T à θ donne lieu à ce Tableau :

Mercure.	Vénus.	Terre.	Mars.	Jupiter.	Saturne.	Uranus.	Neptune.
3,7	9,2	15	28,3	178	444	1267	2482

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des couches doubles électriques de M. Helmholtz. Calcul de la grandeur d'un intervalle moléculaire.* Note de M. G. **Lippmann.**

« 1. La différence de potentiels entre deux corps conducteurs qui se touchent suppose, ainsi que l'a montré M. Helmholtz, la présence d'une couche double électrique située à leur surface de contact : une pareille couche, formée, comme l'on sait, de deux couches électriques uniformes, parallèles, égales et de signes contraires, séparées par un intervalle insensible ε, possède en effet la propriété de produire une discontinuité dans la valeur du potentiel sans d'ailleurs altérer les conditions de l'équilibre électrique. Dans le cas d'un liquide électrolysable au contact d'un métal, M. Helmholtz a montré qu'elle se rattachait simplement à l'hypothèse bien connue de Grotthus, et dans ce cas ε n'est autre chose que la distance minima qui subsiste entre les molécules du liquide et celles du métal. L'hypothèse de la couche double a servi à son auteur à expliquer divers phénomènes électriques. En dernier lieu, M. Helmholtz l'a fait intervenir pour expliquer les phénomènes électrocapillaires qui ont lieu à la surface du mercure polarisé, et que j'ai indiqués en 1873 (1) : lorsque du mercure est en contact avec de l'eau, la tension superficielle varie, avec la différence de potentiels entre les deux liquides, d'une manière continue, en passant par un *maximum*. A cet effet (2) M. Helmholtz démontre par le calcul que les attractions et répulsions purement électriques, qui ont lieu entre les divers éléments de la couche double, superposent leur action à celle des forces moléculaires proprement dites, de manière à en diminuer l'effet, de telle sorte que la tension superficielle observée, qui est une résultante, a une valeur *maxima* lorsque la couche double est nulle, et décroissante lorsque la couche double va en croissant.

» 2. Je me propose ici d'appuyer et de préciser cette conclusion par quelques résultats quantitatifs. A cet effet, je vais montrer d'abord que l'hypothèse de la couche double conduit à une relation parabolique du second degré entre la tension capillaire A et la différence de potentiel x, et

(1) *Comptes rendus,* 1873. — *Annales de Chimie et de Physique,* 1875.

(2) *Comptes rendus de l'Académie de Berlin,* 1881. *Abhandlungen,* p. 925, 1882. — M. A. Kœnig a vérifié ces phénomènes électrocapillaires, par une méthode nouvelle due également à M. Helmholtz. (Voir *Annales de Wiedemann,* n° 5, 1882).

ensuite que l'expérience est d'accord avec cette déduction. Pour établir le premier point, on peut se servir de l'équation

$$X = -\frac{d^2 A}{dx^2}, \tag{1}$$

équation que j'ai établie autrefois [1], et à laquelle M. Helmholtz arrive de son côté [2] en s'appuyant sur la théorie de la couche double; X désigne la capacité électrique par unité de surface. Dans l'hypothèse de la couche double, cette capacité doit être sensiblement constante, du moins entre certaines limites. Or, si l'on suppose X = const., l'équation (1) représente une parabole. Quant au second point, on peut remarquer que la courbe [3] qui représente la valeur obtenue expérimentalement pour A a l'aspect d'une parabole. Pour s'assurer de l'approximation, on peut se servir du tableau des valeurs de p obtenues expérimentalement [4], p étant la pression compensatrice, c'est-à-dire une grandeur proportionnelle aux accroissements A. Il faut, dans le cas de la parabole, que l'on ait

$$\frac{p_m - p}{(x_m - x)^2} = \text{const.}$$

Or, si l'on calcule ce quotient pour des valeurs de p, même très écartées l'une de l'autre, on trouve, par exemple,

$$\frac{358}{(0,9)^2} = 441, \quad \frac{357 - 148}{(0,9 - 0,2)^2} = 428,$$
$$\frac{358 - 282}{(0,9 - 0,5)^2} = 437, \quad \frac{(0,9 - 1,261)^2}{358 - 501} = 438.$$

» Ces quotients, qui devraient être égaux, diffèrent cependant de leur moyenne (431) de moins de $\frac{1}{40}$. Mais l'accord paraît satisfaisant si l'on tient compte de la très grande différence des nombres qui les ont fournis, et aussi de ce que la valeur 0,9, qui correspond au maximum, est moins bien déterminée que les autres, comme il arrive toujours pour les maxima.

» 3. L'hypothèse de la couche double admise, on peut calculer son épaisseur ε. A cet effet, il suffit de calculer la valeur de $\frac{d^2 A}{dx^2}$ ou de X et, en-

---

[1] *Annales de Chimie et de Physique*, 1875.
[2] *Comptes rendus de l'Académie de Berlin*, 1881.
[3] *Annales de Chimie et de Physique*, 1875.
[4] *Ibidem.*

suite, de passer de la capacité à l'épaisseur au moyen de la formule bien connue qui donne la capacité d'une couche mince en fonction de son épaisseur. Le double de l'une quelconque des valeurs du quotient à peu près constant calculé plus haut, de la première par exemple, représente la valeur de $\frac{d^2p}{dx^2}$, à $\frac{1}{40}$ près environ. On a donc

$$\frac{d^2p}{dx^2} = 2.441 = 882.$$

On passe de la valeur de $\frac{d^2p}{dx^2}$ à celle de $\frac{d^2A}{dx^2}$ qui lui est proportionnelle, au moyen d'un coefficient de proportionnalité qu'il est facile de connaître. En effet, la valeur première de A, celle qui a lieu sans polarisation, est égale (¹) à $30,1 \frac{\text{milligramme}}{\text{millimètre}}$ ou à $295 \frac{\text{dyne}}{\text{centimètre}}$; pour cette valeur, la dépression capillaire était de 750^{mm} de mercure; chaque unité de p représente donc $\frac{1}{750}$ de 295; en outre, les valeurs de x doivent être multipliées par 10^8 pour être exprimées en unités C. G. S. Le coefficient de proportionnalité est donc égal à $\frac{295}{750.10^{16}}$. On a donc

$$X = 882 \frac{295}{750.10^{16}}$$

en unités électromagnétiques C. G. S. Pour convertir ce résultat en unités électrostatiques C. G. S., il faut multiplier par $v^2 = 9.10^{20}$. On a donc

$$X = 882 \frac{295}{750.10^{16}} 9 \times 10^{20}$$

en unités électrostatiques C. G. S. Et enfin, comme, d'autre part, on a

$$X = \frac{1}{4\pi\varepsilon},$$

il s'ensuit que

$$\varepsilon = \frac{1}{4\pi} \frac{750 \times 10^{16}}{882 \times 9 \times 10^{20}} \text{ centimètres} = \frac{1}{35\,000\,000} \text{ millimètres.}$$

» Il n'est pas sans intérêt de comparer à ce nombre le nombre presque égal $\left(\frac{1^{mm}}{30\,000\,000}\right)$ obtenu autrefois par Sir W. Thomson par une voie toute différente pour la distance minima qui peut séparer le cuivre du zinc. »

(¹) *Annales de Chimie et de Physique*, 1875.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'électrolyse de l'acide chlorhydrique.* Note de M. D. Tommasi.

« Les électrodes du voltamètre étant en platine ([1]), deux cas peuvent se présenter, suivant le degré de concentration de l'acide chlorhydrique. Si l'acide est concentré, l'électrode positive est attaquée par le chlore et, dès lors, elle se comporte comme une électrode soluble; si, au contraire, l'acide est dilué, il y a aussi dégagement de produits chlorés, mais le platine n'est plus attaqué. Je vais examiner successivement ces différents cas.

» *a. Acide chlorhydrique très concentré.* — Deux molécules d'acide chlorhydrique, à l'état de solution, absorbent, pour se décomposer, $78^{cal},6$; mais, l'électrode positive étant attaquée par le chlore, il faut retrancher de $78^{cal},6$ la quantité de calories dégagées par la formation du chlorure de platine dissous ([2]), ce qui tend à abaisser la force électromotrice de la pile nécessaire à effectuer cette électrolyse. En effet, l'électrolyse de cet acide peut se produire avec une force électromotrice de beaucoup inférieure à $78^{cal},6$. C'est ainsi qu'un élément Daniell ($E = 49^{cal}$) et un élément zinc-cadmium ($E = 16^{cal},6$) décomposent assez vivement l'acide chlorhydrique, avec dégagement d'hydrogène au pôle négatif, mais sans production de gaz à l'autre pôle. Un seul daniell suffit, à la rigueur, pour décomposer l'acide chlorhydrique, mais l'électrolyse se produit très lentement. Pour avoir des résultats plus certains, j'ai employé un couple daniell et un couple zinc-cadmium, soit $65^{cal},6$. Après vingt heures, le dégagement de gaz continuait toujours à l'électrode négative.

» Le liquide du voltamètre contenait en dissolution une certaine quantité de platine. J'ai répété cette expérience en employant une force électromotrice un peu supérieure à celle indiquée par la théorie comme suffisant à décomposer l'acide chlorhydrique dissous, soit deux daniells $= 98^{cal}$. Dans ces conditions, la décomposition de l'acide chlorhydrique est très vive; mais, malgré cela, on ne voit aucun dégagement de gaz se produire à l'électrode positive; au bout d'une heure cependant, il commence à se former sur cette électrode quelques bulles gazeuses. Après vingt heures, la décomposition continuait toujours avec dégagement d'hydrogène au pôle négatif; à l'autre pôle, il se dégage des oxydes du chlore. Le liquide

([1]) Le platine employé était chimiquement pur.

([2]) Ces calories n'ont pas encore été déterminées.

du voltamètre évaporé au bain-marie, puis calciné dans une atmosphère de gaz d'éclairage, a laissé un résidu de platine parfaitement pur.

» En employant toujours deux daniells, les résultats obtenus en électrolysant différents mélanges d'acide chlorhydrique et d'eau ont été les mêmes que précédemment. On observe une action limite avec le mélange à 10 pour 100 d'acide chlorhydrique; et, en effet, la quantité de platine dissoute est tout à fait minime.

» b. *Acide chlorhydrique dilué.*

ClH concentré (même solution employée précédemment).......	5^{cc}
H^2O..	100^{cc}

» Dès qu'on ferme le circuit, on voit se dégager du gaz seulement sur l'électrode négative. Au bout de quelque temps, le liquide de la branche positive du voltamètre est faiblement colorée en jaune, et décolore fortement un papier de tournesol que l'on y plonge. On laissa passer le courant pendant cent heures, puis on soumit le liquide à l'analyse, qui ne décela pas la moindre trace de platine. En opérant sur des solutions d'acide chlorhydrique de plus en plus diluées, jusqu'à 1 pour 100 de solution chlorhydrique, les résultats obtenus furent toujours les mêmes, ce qui prouve que, quelle que soit la dilution de l'acide, il se dégage constamment des oxydes du chlore, accompagnés peut-être de quelques traces de chlore libre provenant d'une action secondaire. Mais ces oxydes du chlore proviennent-ils de la décomposition de l'acide chlorhydrique, de l'hydrate $ClH, 6H^2O$, ou bien de l'oxygène de l'eau sur ClH? C'est ce qu'il est impossible de savoir, car ces deux réactions peuvent se produire tout aussi bien séparément que simultanément. Pour être certain que dans l'électrolyse de l'acide chlorhydrique il se produise réellement des composés oxygénés du chlore, j'ai précipité le liquide du voltamètre par un léger excès de nitrate d'argent, puis j'ai filtré et j'ai ajouté du zinc et de l'acide sulfurique. Après quelques heures la liqueur a été filtrée et additionnée de nitrate d'argent, qui a donné lieu à la formation d'un précipité de chlorure d'argent. Cette réaction rend certaine la présence des oxydes du chlore, et parmi eux l'existence probable de l'acide hypochlorique. Je ne pense pas cependant que dans l'électrolyse de l'acide chlorhydrique concentré il puisse se former de l'acide hypochloreux, car celui-ci aussitôt produit se détruirait, en présence de l'acide chlorhydrique, en eau et en chlore.

» Dans une prochaine Note je parlerai de l'électrolyse de l'acide bromhy-

drique et iodhydrique de différente concentration, et je montrerai, en même temps, l'influence de la lumière sur l'électrolyse de l'acide iodhydrique. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la réduction des nitrates dans la terre arable.* Note de MM. **Dehérain** et **Maquenne**, présentée par M. Pasteur.

« Si les travaux de MM. Schlœsing et Müntz nous ont appris dans quelles conditions la matière azotée des terres arables produit des nitrates, nous ne connaissons pas aussi complètement le phénomène inverse, la réduction des nitrates dans le sol, et il nous a paru intéressant de reprendre cette question.

» *Première série d'expériences : Influence de la composition de la terre.* — Nos expériences ont porté sur deux sols différents, l'un riche en matière organique et naturellement salpêtré (0,38 pour 100 d'azote combiné), l'autre pauvre (0,10 pour 100 d'azote) et dépourvu de nitrates; 300^{gr} de ces terres sont placés, avec des proportions variées de nitrates, dans des flacons de 250^{cc}, hermétiquement bouchés et munis de tubes abducteurs recourbés sous le mercure.

» La terre riche nous fournit la série des phénomènes décrits par M. Schlœsing dans ses Notes de 1873 (*Comptes rendus*, t. LXXVII, p. 203 et 353), diminution de la pression intérieure, suivie d'un dégagement de gaz formé d'acide carbonique et d'azote.

» Avec la terre pauvre, la diminution de la pression intérieure s'est maintenue : elle n'a été suivie d'aucun dégagement de gaz. Ainsi les nitrates peuvent subsister dans une terre arable ordinaire, à l'abri de l'air, sans dégager d'azote; celui-ci n'apparaît qu'autant qu'on augmente la proportion de matière organique; dans ces conditions nouvelles, on obtient bientôt de l'azote gazeux.

» *Deuxième série d'expériences : Quantités et nature des gaz dégagés.* — Éclairés par les observations qualitatives précédentes, nous nous sommes astreints, dans la seconde série d'expériences, à mesurer et à étudier les gaz dégagés pendant la réduction des nitrates.

» Dans des tubes munis de robinets de verre qui tiennent le vide, on place 30^{gr} de terre additionnée ou non de nitrates et de matière organique; au début de l'expérience, on mesure les gaz à deux reprises différentes en faisant chaque fois le vide à la trompe. Après trente-cinq jours (du 3 avril au 8 mai), on recueille les gaz et l'on obtient les nombres suivants :

		Tube n° 1.	*Tube n° 2.*	*Tube n° 3.*
		30gr de terre naturellement salpêtrée.	30gr de terre et 5gr de salpêtre.	30gr de terre, 5gr de salpêtre et glycose potassé.
Gaz primitif.	Oxygène...........	6,20	10,92	5,85
	Azote...............	23,38	18,57	22,05
Gaz final....	Oxygène...........	»	»	»
	Acide carbonique....	6,20	9,10	20,00
	Résidu gazeux	26,40	23,90	42,80
Gaz dégagé, acide carbonique déduit..		3,02	5,33	20,75

» La proportion de gaz dégagé est plus influencée par l'abondance de la matière organique que par celle du salpêtre, il est à remarquer, en outre, que, même lorsque la matière organique a été très abondante, nous n'avons jamais obtenu une quantité de gaz correspondant à celle qui existait dans le nitrate.

» Nous avons voulu nous assurer que le gaz restant après l'absorption de l'acide carbonique ne renfermait pas de gaz combustible et nous avons procédé à l'analyse eudiométrique; nous avons été très surpris de constater que, après la détonation avec de l'oxygène et du gaz de la pile, le gaz extrait du tube n° **1**, loin de diminuer de volume, avait au contraire légèrement augmenté.

» Dans le gaz du tube n° **2**, l'augmentation de volume après la détonation fut plus sensible; enfin elle devint considérable dans le résidu du tube n° **3**. On eut alors l'idée d'agiter ce dernier gaz avec de l'alcool; on en dissout environ $\frac{1}{5}$; en ajoutant enfin dans l'eudiomètre de l'hydrogène au lieu d'oxygène, nous avons obtenu une diminution de volume notable. Cet ensemble de caractères nous décelait donc dans les gaz provenant de la réduction des nitrates dans la terre arable une proportion sensible de protoxyde d'azote.

» On a exécuté un certain nombre d'expériences de vérification dont nous mettrons les résultats chiffrés sous les yeux de l'Académie.

» Les gaz extraits d'un flacon renfermant 300gr de terre de jardin et 20gr de salpêtre ont fourni les résultats suivants à l'analyse eudiométrique :

	cc
Gaz introduit exempt d'oxygène.....	8,6
Avec hydrogène..................	11,6
Après détonation................	10,6
Gaz disparu.....................	1,0
Protoxyde d'azote...............	1,0

D'où, pour 100 de gaz :

	Protoxyde.
Première analyse..................	11,7
Deuxième analyse.................	11,8

Gaz extraits d'un flacon renfermant 300gr *de terre et* 10gr *de salpêtre.*

	cc
Gaz introduit exempt d'oxygène.....	5,3
Avec hydrogène...................	9,0
Après détonation..................	8,5
Gaz disparu......................	0,5
Protoxyde d'azote.................	0,5

D'où, pour 100 de gaz ;

	Protoxyde.
Première analyse..................	9,4
Deuxième analyse.................	9,3

» Ainsi, quand les proportions de salpêtre et de matière organique sont convenables, la réduction des nitrates se produit avec dégagement de protoxyde d'azote et d'azote libre: les conditions dans lesquelles le gaz hilarant prend naissance sont assez particulières ; car non seulement il nous est arrivé assez souvent de ne pas le rencontrer dans les gaz provenant de la réduction des nitrates, mais de plus M. Schloesing, qui avait prévu la possibilité du dégagement des oxydes inférieurs de l'azote pendant la réduction des nitrates dans la terre arable, n'avait pu déceler leur présence dans ses travaux de 1873.

» En résumé, les expériences dont nous venons de rendre compte nous conduisent aux conclusions suivantes :

» 1° Les nitrates, en se réduisant dans la terre arable, dégagent dans certaines conditions du protoxyde d'azote.

» 2° La réduction des nitrates ne se produit que dans les terres arables qui renferment de fortes proportions de matières organiques.

» 3° Nous n'avons observé cette réduction que lorsque l'atmosphère du sol était absolument dépouillée d'oxygène. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la richesse industrielle de l'alunite crue, en poudre.* Note de M. **P. Guyot.**

« L'alunite en roche, tirée des mines de la Tolfa, n'est pas uniformément riche en alumine et en sulfate de potasse. Tandis que celle qui est cristallisée peut renfermer jusqu'à 32 pour 100 de base, il en est d'autres

qui contiennent une quantité de silice telle, que la proportion de la base descend jusqu'à 17,5 pour 100 environ. La composition moyenne de ce minerai est, en général, la suivante :

Alumine	27,60
Acide sulfurique	29,74
Potasse	7,55
Eau	11,20
Fer	1,20
Silice	22,71
Total	100,00

» Quand on soumet la roche au broyage, on a, dès le début, une poudre excessivement fine, qui peut passer au tamis n° 60; puis, des parties plus grosses, qui peuvent aller jusqu'à la grosseur d'un pois.

» Nous avons eu l'occasion de remarquer que les parties les plus fines, celles qu'on obtient dès que le broyeur marche, sont les plus riches en matières utilisables, pour la fabrication de l'alun et du sulfate d'alumine par les nouveaux procédés aujourd'hui employés, tant en Italie qu'en France, Belgique et Alsace.

» C'est, en effet, ce qui résulte du Tableau d'analyse suivant, qui se rattache à deux séries de dosages; il montre quelles différences on peut constater dans la teneur d'un minerai provenant de la même roche. Les numéros désignent les grosseurs; les plus bas se rapportent à la poudre la moins fine. Les résultats obtenus permettent de conclure que, quand il s'agit de l'exportation, il est préférable de mettre de côté les premières portions, pour les faire voyager, tandis que les dernières doivent être broyées de nouveau et utilisées, autant que possible, à proximité de la mine; ce mode d'opérer évite un fret, une main-d'œuvre de transbordement et des frais de douane considérables.

	Premier essai de broyage.			Deuxième essai de broyage.			
	1.	2.	3.	I.	II.	III.	IV.
Calcination à mort.	23 %	37,60	41,00	22,40	24,40	33,90	34,60
Minerai crû.							
Alumine	17,81	25,40	31,00	17,80	23,67	31,75	32,29
Sulfate de potasse.	8,40	12,20	15,30	8,51	11,95	15,31	15,40
Minerai calciné.							
Alumine	23,13	40,70	44,90	22,93	31,31	48,04	49,40
Sulfate de potasse.	10,91	19,50	22,17	10,92	15,92	23,16	23,56

TOXICOLOGIE. — *Sur l'empoisonnement chronique par l'antimoine.* Note de MM. CAILLOL DE PONCY et CH. LIVON, présentée par M. Ch. Robin.

« Dans le cours de nos recherches sur l'empoisonnement chronique par l'arsenic, dont nous avons déjà fait connaître les principaux résultats (*Comptes rendus*, 9 juin 1879 et 15 mai 1882), il nous a paru intéressant de comparer avec l'arsenic un corps qui offre avec lui bien des analogies, l'antimoine.

» L'antimoine, administré à faibles doses, pendant longtemps, peut-il amener des troubles analogues à ceux que produit l'arsenic? Tel est le problème que nous nous sommes posé et que nous sommes en mesure de pouvoir résoudre par l'affirmative.

» Choisissant un composé facile à administrer et dont les effets locaux soient insignifiants, nous avons soumis un jeune chat à l'usage quotidien d'une petite quantité d'oxyde blanc d'antimoine dans du lait. Du 26 avril 1882 au 13 août de la même année, ce chat, qui pesait au début 867^{gr}, a absorbé, d'une façon régulière et progressive, $0^{gr},628$ d'oxyde blanc.

» L'état général n'a pas paru se ressentir beaucoup au début du régime suivi. L'animal n'a pas éprouvé cette période d'embonpoint par laquelle passent les animaux soumis au régime arsénical ; il est tombé peu à peu dans un état cachectique prononcé; la diarrhée l'a pris et il a fini par succomber dans le marasme.

» A l'autopsie, tous les tissus étaient pâles et décolorés; presque tous les organes, y compris les ganglions mésentériques, présentaient les caractères dits de la dégénérescence graisseuse.

» L'examen histologique du poumon, du foie, des ganglions mésentériques a donné un résultat à peu près semblable à celui que l'on a lorsque l'on observe les organes des animaux empoisonnés chroniquement par l'arsenic.

» *Foie.* — Sur une coupe de cet organe, traitée par l'acide osmique, on reconnaît que les cellules hépatiques qui composent le lobule ont subi une altération dans leur forme ; elles sont globuleuses, certaines ont de la tendance à se fondre entre elles par la disparition de leur paroi, et presque toutes renferment des granulations graisseuses abondantes. Mais ces altérations ne paraissent pas être à un degré très avancé.

» *Poumon.* — C'est dans cet organe que les altérations prédominent. Déjà à l'œil nu la plus grande partie du poumon paraissait n'être qu'une

masse graisseuse compacte, et si l'on venait à projeter un morceau de ce poumon dans l'eau, il gagnait le fond, avec rapidité, comme un morceau de foie.

» Les alvéoles et les lobules même ne sont plus perméables, ils sont envahis par de grosses cellules dégénérées; il en est de même des vaisseaux : c'est ce que démontre l'examen histologique. Au moyen de l'acide osmique il est facile de se convaincre que le lobule est transformé en une boule graisseuse.

» *Ganglions mésentériques.* — Les altérations de ces organes se rapprochent beaucoup de celles produites par l'arsenic.

» A la suite de l'intoxication chronique par l'antimoine, ces ganglions se présentent sous l'aspect de grosses masses caséeuses d'un blanc jaunâtre. L'examen histologique démontre, en effet, qu'ils ont subi la dégénérescence graisseuse, surtout à leur partie périphérique; la dégénérescence ne se borne pas là, elle atteint le ganglion tout entier.

» Les cellules laissent apparaître dans leur contenu d'abondantes granulations graisseuses.

» Si l'on rapproche ces résultats de ceux qui ont été déjà signalés dans l'empoisonnement chronique par l'arsenic, on ne peut que constater une grande analogie entre le processus morbide déterminé par l'arsenic et celui qui est déterminé par l'antimoine, lorsque ces deux substances sont administrées de façon à produire une intoxication lente [1].

» Dans une prochaine Note, nous donnerons les résultats fournis par l'analyse chimique. »

M. Faye présente à l'Académie, de la part de M. l'Amiral Cloué, membre du Bureau des Longitudes, deux Cartes relatives aux parties de la côte de Terre-Neuve qui sont situées à l'entrée du détroit de Belle-Ile et dans ce détroit. Elles complètent et terminent le grand travail de l'Amiral sur les bancs de Terre-Neuve, et doivent être jointes au bel Atlas et au Pilote de Terre-Neuve que l'Amiral a présentés à l'Académie dans sa séance du 28 octobre 1878 (*Comptes rendus*, t. LXXXVII, p. 625).

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

---

[1] Travail du laboratoire d'Histologie de l'École de Médecine de Marseille.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 2 octobre 1882.

(Suite.)

Cours élémentaire de Géologie stratigraphique; par Ch. Vélain. Paris, F. Savy, 1883; in-12.

Essai de Géométrie supérieure du troisième ordre; par M. C. le Paige. Bruxelles, F. Hayez, 1882; in-8°.

Sur le système de deux formes trilinéaires; par M. C. le Paige (1re Note). Rome, 1882; in-4°. (Extrait des *Atti dell' Accademia pontificia dei Nuovi Lincei.*)

Mémoire sur les courbes du troisième ordre; par M. F. Folie et M. C. le Paige (seconde Partie). Bruxelles, impr. F. Hayez, 1882; in-4°.

Ces trois derniers Ouvrages sont présentés par M. Hermite.

Nova Acta regiæ Societatis Scientiarum Upsaliensis; seriei tertiæ, vol. XI, fasciculus prior. Upsaliæ, 1881; in-4°.

The deserts of Africa and Asia; by P. de Tchihatchef. London, printed by Spottiswoode, sans date; br. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 9 octobre 1882.

Ministère de l'Agriculture et du Commerce. Annales de l'Institut national agronomique; n° 5, 4e année, 1879-1880. Paris, J. Tremblay, 1882; in-8°.

Ministère de l'Instruction publique. Annales du Bureau central météorologique de France, publiées par E. Mascart; année 1878, IV. *Météorologie générale.* Paris, Gauthier-Villars, 1880; in-f° oblong.

Illustrationes floræ atlanticæ, etc., auctore E. Cosson; fasciculus I, tabulæ 1-25, a Cl.-Ch. Cuisin ad naturam delineatæ. Parisiis, 1882; in-4°.

La prostitution en France. Etudes morales et démographiques; par M. A. Desprès. Paris, J.-B. Baillière, 1883; in-8°. (Adressé au Concours de Statistique de l'année 1883.)

Proceedings of the royal Society; vol. XXXII, nos 214 et 215; vol. XXXIII, nos 216 à 219; vol. XXXIV, n° 220. London, 1881-1882; 7 liv. in-8°.

Philosophical Transactions of the royal Society of London; vol. 172, Part II et III; vol. 173, Part I. London, 1881-1882; 3 vol. in-4°.

Catalogue of the scientific books in the library of the royal Society. London, Spottiswoode, 1881; in-8° relié.

New South Wales. Annual report of the department of mines, New South Wales, for the year 1881. Sydney, Th. Richards, 1882; in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 16 OCTOBRE 1882.

Nouvelle théorie élémentaire des machines à feu et plus particulièrement des machines à vapeur ordinaires et Compound, d'après la Thermodynamique expérimentale; par A. LEDIEU. Paris, Dunod, 1882; in-8°.

Terre-Neuve. Côte nord-ouest de la baie d'Ingornachoix à l'anse aux Sauvages, dans le détroit de Belle-Ile, d'après les reconnaissances hydrographiques exécutées de 1852 *à* 1861. — *Carte de la baie du Canada. (Côte nord-est de Terre-Neuve) levée en* 1862; *par* M. le commandant G. CLOUÉ. Paris, Dépôt des Cartes et Plans de la Marine. Deux cartes en 1 feuille. (Présenté par M. Faye.)

Dr A. BASTINGS. *Réforme médicale sous le double rapport scientifique et pratique.* Bruxelles, A.-N. Lebègue, 1882; in-8°.

Bulletins et Mémoires de la Société médicale des hôpitaux de Paris; t. XVII, 2e série, année 1880. Paris, Asselin, 1881; in-8° relié.

Sur les moyens proposés pour calmer les vagues de la mer; par M. VAN DER MENSBRUGGHE. Bruxelles, F. Hayez, 1882; br. in-8°.

Troisième circulaire annuelle de l'Ecole et de l'hôpital dentaires libres de Paris. Année scolaire 1882-1883. Paris, A. Lévy, 1882; br. in-8°.

Travaux du Conseil d'hygiène publique et de salubrité du département de la Gironde pendant l'année 1881; t. XXIII. Bordeaux, imp. Lanefranque, 1882; in-8°.

La dégringolade du vaccin et des vaccinateurs. Lettre adressée à M. le Dr Alb. Cornilleau; par H. BOENS. Charleroi, 1882; in-4°.

Meteorological observations at stations of the second order for the year 1879. London, J. D. Potter, 1882; in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 OCTOBRE 1882.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. G. Wiedemann, en faisant hommage à l'Académie du premier volume de son nouvel Ouvrage, intitulé : *Die Lehre von der Elektricität*, s'exprime comme il suit :

« Le but que j'ai poursuivi dans cet Ouvrage est le même que celui de mon Traité du Galvanisme. J'ai voulu soumettre les observations faites jusqu'à ce jour à une critique sévère : en considérant l'électricité statique et l'électricité galvanique sous un point de vue commun, j'ai cherché à en tirer les conclusions générales et à former un système bien ordonné.

» Je suis toujours remonté aux travaux originaux, et j'ai tâché de donner une revue aussi complète que possible de nos connaissances actuelles. J'espère ainsi fournir aux physiciens la possibilité d'acquérir une connaissance complète de l'étendue de notre science; je me plais à penser aussi que je pourrai leur épargner la peine et le temps que nécessite encore assez souvent la répétition de recherches antérieures.

» Si l'Académie veut bien le permettre, je compte lui présenter les trois derniers volumes de ce Traité, dès qu'ils auront paru : ils sont déjà assez avancés. »

MÉCANIQUE. — *De l'effet d'un coup de queue incliné sur une bille.* Note de M. H. RESAL.

« Je ne reviendrai pas sur les considérations que j'ai exposées dans les *Comptes rendus* du 2 octobre, en ce qui concerne l'effet d'un coup de queue horizontal, considérations qui sont applicables ici. Dans le cas général que je vais étudier, je devrai tenir compte des chocs simultanés de la queue sur la bille et de la bille sur le tapis.

» J'admettrai, avec Coriolis, que la vitesse verticale que pourrait prendre la bille par suite de l'élasticité du tapis est assez faible pour qu'on puisse la négliger, ce qui a réellement lieu pour les coups ordinaires et lorsque la queue n'est pas trop inclinée sur le tapis.

» Soient

M' la masse de la queue, et i l'inclinaison de son axe sur le tapis;

M, R, $\frac{MR^2}{k}$ la masse, le rayon, le moment d'inertie par rapport à un diamètre de la bille;

μ le rapport $\frac{M'}{M}$;

Cz, Cx la verticale du centre C de la bille et l'horizontale de ce point comprise dans le plan vertical mené par Cz parallèlement à l'axe de la queue;

f le coefficient du frottement de la bille sur le tapis;

a, b, c les coordonnées parallèles à Cx, Cy, Cz du point de choc.

» Soient, de plus, à un instant quelconque du choc,

V' la vitesse de la queue;

χ, η les composantes suivant Cx, Cy de la vitesse du centre de la bille;

n, p, q les composantes de la rotation, autour de ce point, suivant Cx, Cy, Cz;

v_x, v_y les composantes de la vitesse de glissement v de la bille sur le tapis parallèles à Cx, Cy;

F l'action exercée par la queue sur la bille, la pression sur le tapis étant par suite $F \sin i$.

» On a d'abord

$$(1) \qquad v_x = \chi - pR, \quad v_y = \eta + nR;$$

puis les équations

$$(2)\quad \begin{cases} M'\dfrac{dV'}{dt} = -F, \\ M\dfrac{d\chi}{dt} = \left(\cos i - f\dfrac{v_z}{v}\sin i\right)F, \\ M\dfrac{d\eta}{dt} = -f\dfrac{v_y}{v}F\sin i; \\ M\dfrac{R^2}{k}\dfrac{dn}{dt} = -\left(b + f\dfrac{v_y}{v}R\right)F\sin i, \\ M\dfrac{R^2}{k}\dfrac{dp}{dt} = \left(c\cos i + f\dfrac{v_z}{v}R\sin i\right)F, \\ M\dfrac{R^2}{k}\dfrac{dq}{dt} = -bF\cos i, \end{cases}$$

ou

$$(3)\quad \begin{cases} d\chi = -\mu\left[\cos i - f\dfrac{(\chi - pR)}{v}\sin i\right]dV', \\ d\eta = \mu f\dfrac{(\eta + nR)}{v}\sin i . dV', \\ \dfrac{R^2}{k}dn = \mu\left[b + f\dfrac{(\eta + nR)R}{v}\right]\sin i . dV', \\ \dfrac{R^2}{k}dp = -\mu\left[c\cos i + f\dfrac{(\chi - pR)R}{v}\right]\sin i . dV', \\ \dfrac{R^2}{k}dq = \mu b\cos i . dV'. \end{cases}$$

» Coriolis a pensé que ces équations pourraient bien être compatibles avec l'hypothèse d'une direction constante pour le frottement, et il a obtenu un succès complet. Posons, en effet, en désignant par γ une constante,

$$(4)\qquad \chi - pR = v\cos\gamma, \quad \eta + nR = v\sin\gamma,$$

et substituons, dans l'équation

$$d\eta + R\,dn = (d\chi - R\,dp)\operatorname{tang}\gamma,$$

les valeurs ci-dessus des différentielles qu'elle renferme; nous trouverons

$$(5)\qquad \operatorname{tang}\gamma = \frac{bk\operatorname{tang} i}{ck - R},$$

ce qu'il fallait établir.

» Les équations (3) s'intègrent alors immédiatement, et, en posant

$$(6)\qquad \omega_1 = V'_0 - V'_1,$$

elles donnent

$$(7)\quad \begin{cases} \chi_1 = \quad \mu(\cos i - f\cos\gamma \sin i)\omega_1, \\ \eta_1 = -\mu f \sin\gamma \sin i\, \omega_1, \\ \frac{R}{k} n_1 = -\mu(b + Rf\sin\gamma)\sin i \omega_1, \\ \frac{R}{k} p_1 = \quad \mu(c\cos i + Rf\cos\gamma \sin i)\omega_1, \\ \frac{R}{k} q_1 = -\mu b \cos i\, \omega_1. \end{cases}$$

» La force vive perdue après le choc a pour expression

$$(a)\qquad M'\omega_1(2V'_0 - A\omega_1),$$

en posant

$$A = \mu\left\{\frac{1}{\mu} + (\cos i - f\cos\gamma \sin i)^2 + f^2\sin^2\gamma \sin^2 i + \frac{k}{R^2}[(b + Rf\sin\gamma)^2\sin^2 i + (c\cos i + R\cos\gamma \sin c)^2 + b^2\cos^2 i]\right\}.$$

» La force vive due aux vitesses perdues affectées de son coefficient est

$$(b)\qquad \varepsilon M' A \omega_1^2.$$

» Désignons par Ψ l'angle formé par F avec sa projection sur le plan tangent au point de choc; w la vitesse de glissement, à l'instant de la plus grande compression, de la bille sur la queue, estimée suivant cette projection, et par w' la vitesse de glissement, au même instant, de la bille sur le tapis. Nous avons, en ayant égard à la première des formules (2),

$$(c)\quad 2w\int F\cos\Psi\, dt = 2wM'\cos\Psi\omega_1,\quad 2w'\int f F \sin i\, dt = -2w'M'_f \sin i\,\omega_1.$$

La quantité (a) devant être égale à la somme des quantités (b) et (c), on aura

$$2V'_0 - A(1+\varepsilon)\omega_1 = 2w\cos\Psi - 2w' f \sin i.$$

Supprimons les indices 1 pour caractériser les éléments du mouvement à l'instant de la plus grande compression; en faisant $\varepsilon = 1$, nous aurons

$$2V'_0 - 2A\omega = 2w\cos\Psi - 2w' f\sin i,$$

d'où

$$\omega_1 = \frac{2\omega}{1+\varepsilon}.$$

» Soit φ l'angle, que nous avons supposé inférieur à l'angle de frottement, ormé par la direction de la queue avec la normale au point de choc; on a

$$\cos\varphi = -\frac{a\cos i + c\sin i}{R},$$

et, en exprimant qu'à l'instant ci-dessus les composantes normales des vitesses au point de choc sont égales,

$$V'\cos\varphi = -\left(\chi\frac{a}{R} + \eta\frac{b}{R}\right),$$

ou, en vertu des deux premières des équations (7) et de l'équation (6),

$$(V'_0 - \omega)\cos\varphi = -\frac{\mu\omega}{R}[(\cos i - f\cos\gamma\sin i)a - fb\sin\gamma\sin i],$$

d'où ω, et enfin

$$\omega_1 = \frac{2V'_0\cos\varphi}{(1+\varepsilon)\left\{\cos\varphi + \frac{\mu}{R}[fb\sin\gamma\sin i(\cos i - f\cos\gamma\sin i)a]\right\}}.$$

Les équations (6) et (7) feront ensuite connaître tous les éléments du mouvement après le choc.

» Nous ferons remarquer, en terminant, que, d'après la première des équations (7), le mouvement du centre de la bille parallèle à Cx sera direct ou rétrograde selon que l'on aura

$$\cos\gamma \lesseqgtr f\cot i,$$

et il est clair que la seconde de ces circonstances ne pourra se présenter que lorsque la queue sera suffisamment inclinée sur le tapis. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Séparation du gallium* (¹). Note de M. **Lecoq de Boisbaudran.**

« *Séparation d'avec l'étain (sels au maximum)*. — 1° Le mieux est de traiter par un courant prolongé de gaz sulfhydrique la liqueur chlorhydrique notablement acide. Le sulfure d'étain ne retient pas de gallium. L'opération réussit également bien, qu'on agisse sur le chlorure stannique,

(¹) *Comptes rendus*, sept. 1882, p. 503.

le chlorure métastannique ou le protochlorure; dans le dernier cas, il se forme du protosulfure brun d'étain.

» 2° La solution dans le sulfure de sodium (ou d'ammonium) est additionnée d'acide chlorhydrique en excès. Le sulfure d'étain retient peu ou point de gallium; on peut d'ailleurs le reprendre par le sulfhydrate d'ammoniaque et le précipiter de nouveau au moyen de HCl.

» Avec les protosels d'étain, on emploie un sulfure alcalin chargé de soufre; Sn S se transformant en $Sn S^2$, on retombe dans le cas des composés d'étain au maximum.

» 3° Les sels de manganèse, ajoutés à la solution du composé gallostannique dans un sulfure alcalin, donnent du Mn S qui entraîne le gallium. Malheureusement on éprouve beaucoup de difficultés à recueillir complètement le sulfure de manganèse et à le bien laver. Il reste ordinairement sur le filtre une certaine quantité de $Sn S^2$ après l'attaque du Mn S par HCl; ce SnS^2 doit être repris par le sulfhydrate d'ammoniaque, et la solution peut se traiter soit par un sel de manganèse, soit par l'acide chlorhydrique étendu. Malgré ces inconvénients, le présent procédé est parfois applicable à l'extraction de traces de gallium contenues dans de grandes masses de composés sulfo-alcalins stannifères.

» Je crois utile de signaler maintenant quelques faits dont la connaissance évitera sans doute certaines fausses manœuvres aux chimistes qui voudront analyser des combinaisons gallifères.

» A. Le chlorure stannique n'est pas immédiatement précipité à froid par le prussiate jaune de potasse, dans une liqueur chlorhydrique très acide; mais peu à peu un léger trouble opalescent se manifeste, et, si la solution stannique n'est pas très étendue, la masse finit par se prendre en gelée solide, sans qu'aucun précipité se soit séparé. Chose singulière, si la liqueur contient du chlorure de gallium, même en proportion très sensible, il ne se forme pas de prussiate gallique pendant la période assez longue de limpidité, tandis qu'un essai-témoin, contenant un poids égal de $Ga^2 Cl^6$, mais sans $SnCl^4$, fournit un abondant précipité. A chaud, le chlorure stannique, très acide, se trouble dès qu'on lui ajoute du prussiate de potasse.

» On voit qu'il est nécessaire d'enlever l'étain avant de doser le gallium au moyen du prussiate.

» B. L'étain et le gallium ne peuvent guère être séparés en attaquant leur alliage par l'acide azotique; en effet, l'acide métastannique retient des quantités notables de gallium, même après des lavages nitriques prolongés.

» C. Il est difficile d'obtenir une bonne séparation de Ga et Sn en réduisant le dernier de ces métaux par le zinc. En liqueur fortement acide, l'étain ne se dépose pas intégralement et, quand la solution est presque neutre, une certaine quantité de galline s'insolubilise.

» D. Enfin, le bioxyde d'étain, précipité à l'ébullition par l'acide sulfurique, entraîne beaucoup de gallium.

» *Séparation d'avec l'antimoine (sels au minimum).* — 1° Le plus simple est de faire agir l'hydrogène sulfuré sur la solution chlorhydrique. Quand l'acidité est convenable, il ne reste pas d'antimoine dissous et l'on obtient du Sb^2S^3 exempt de gallium. La séparation s'effectue alors même que la solution acide a été préalablement troublée par la dilution. Si un peu d'antimoine avait échappé à l'action du H^2S, on ajouterait à la liqueur trop acide quelques gouttes d'ammoniaque (sans toutefois atteindre la neutralité), et l'on recueillerait ainsi un petit supplément de sulfure. Le gaz sulfhydrique permet encore de séparer le gallium des persels d'antimoine, tels que la dissolution chlorhydrique du biméta-antimoniate de potasse (sel de Fremy) et le biantimoniate de K simplement mis en suspension dans de l'eau acidifiée par HCl.

» 2° On traite la solution dans le sulfhydrate d'ammoniaque par un excès d'acide chlorhydrique étendu. Si l'on craignait d'avoir laissé des traces de gallium dans le sulfure d'antimoine, on reprendrait celui-ci par un sulfure alcalin et l'on précipiterait de nouveau au moyen de HCl.

» Le procédé actuel s'applique à l'antimoine sous forme de sel Fremy ou de bi-antimoniate de K, aussi bien qu'à l'état de protochlorure.

» 3° Le prussiate jaune de potasse précipite le gallium d'une liqueur chlorhydrique très acide contenant du protochlorure d'antimoine; seulement, d'assez notables traces d'antimoine se retrouvent dans le dépôt; on reprend donc celui-ci par la potasse et l'on précipite au moyen d'un grand excès de HCl additionné de quelques gouttes de prussiate jaune.

» 4° Un sel de manganèse, ajouté à la solution dans le sulfhydrate d'ammoniaque, permet d'enlever de faibles traces de gallium mêlées à beaucoup de composés d'antimoine. Ce procédé, utilisable dans certains cas spéciaux, présente les inconvénients signalés plus haut à l'occasion de la séparation de Sn et Ga au moyen du MnS. Il est indifférent de partir du protochlorure d'antimoine, du sel Fremy, ou du bi-antimoniate potassique.

» Le zinc réduit beaucoup plus complètement les sels d'antimoine que ceux d'étain, mais cette réaction n'est guère applicable analytiquement, parce

que, suivant le degré d'acidité des liqueurs, de l'antimoine échappe à la réduction, ou bien le métal déposé entraîne un peu de gallium. En outre, il y a perte par suite de la formation d'hydrogène antimonié ».

MÉMOIRES LUS.

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Contribution à l'étude de la fièvre typhoïde, à Paris. L'épidémie actuelle, du 22 septembre au 19 octobre 1882.* Mémoire de M. DE PIETRA SANTA. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« J'ai présenté à l'Académie, dans une première Communication, l'histoire étiologique de la fièvre typhoïde, à Paris, pendant une période s'étendant de 1875 au 1er semestre de 1882. J'ai l'honneur de lui communiquer aujourd'hui les conclusions auxquelles j'ai été conduit par l'ensemble des documents que j'ai pu recueillir sur l'épidémie régnante, depuis le 1er juillet jusqu'à ce jour. J'ai réuni ces documents dans des cartes graphiques, pour les quatre dernières semaines, qui correspondent à la période de recrudescence.

» A la suite de ces recherches, je crois pouvoir établir les trois propositions suivantes :

» 1° L'épidémie de fièvre typhoïde qui sévit à Paris est grave, par la longue période de ses manifestations et recrudescences; grave aussi, par le nombre élevé de ses victimes pendant les derniers mois.

» 2° Le chiffre des décès typhiques poursuit, à Paris, une progression continue. Il était de 1,90 décès typhiques pour 100 décès par toutes causes, en 1865-1867; il s'est élevé à 4,08 pour 100 en 1876, et à 4,60 en 1881.

» 3° Pendant la période 1875-1882, les arrondissements les plus atteints ont été les XVIIe, XVIIIe, Xe et XIXe, au nord et au nord-est; le XIe et le XIIe, au sud-ouest.

» Pour le premier semestre 1882, le chiffre des décès typhiques a été de 919; pour les trois mois suivants, il est de 738, et pour les quatre dernières semaines, de 628, soit un total de 2285 décès typhiques, déjà supérieur au chiffre de 2130 de l'année dernière.

» En reportant ces chiffres aux localités d'origine, les vingt arrondissements, puis les quatre-vingts quartiers de la Capitale, on constate :

» 1° La généralisation de la maladie dans les vingt arrondissements.

» Les moins atteints (0,10 à 0,19 décès typhiques par 1000 habitants) sont les IIe, XIVe, XIIIe, IXe, XXe et XVIe.

» Les plus éprouvés (0,34 à 0,55 décès par 1000 habitants) sont, en progressant du moins au plus, les Ier (chiffre brut des décès, 27), Xe (62), IIIe (39), XVIIIe (90), XIXe (62), VIIe (45).

» Les autres arrondissements figurent sur les cartes graphiques dans une catégorie intermédiaire (0,20 à 0,33 décès par 1000).

» 2° La présence de la maladie dans tous les quartiers de Paris, à l'exception des quatre quartiers d'Amérique et de Saint-Fargeau à l'ouest, la Salpêtrière et le Petit-Montrouge au sud.

» 3° Dans un même arrondissement éprouvé, le XIXe par exemple, pendant que le quartier de la Villette compte 35 décès, celui du Combat au sud n'en a que 18, le Pont de Flandre au nord-est 8, et le quartier d'Amérique au sud-est, aucun décès.

» En rangeant les 80 quartiers par catégories, et en tenant compte seulement du chiffre des décès, sans rapport proportionnel avec la population, on forme quatre catégories :

» Première, aucun décès (4 quartiers);

» Deuxième, de 1 à 9 (la plus nombreuse, comprend 51 quartiers);

» Troisième, de 10 à 19 décès (compte 19 quartiers);

» Quatrième, de 20 à 35 décès (renferme 6 quartiers).

» J'ai examiné avec grand soin l'influence nocive que l'on a cru pouvoir attribuer à la voirie de Bondy, aux trois grands égouts collecteurs, aux grands travaux de Paris, aux foyers épidémiques dans les établissements hospitaliers. Voici les conclusions auxquelles j'ai été conduit :

» L'étude, par quartiers, de la fièvre typhoïde démontre, une fois de plus, qu'en outre des circonstances générales sous la dépendance de vicissitudes atmosphériques exceptionnelles, de conditions saisonnières se rapportant à la loi d'exacerbation automnale si bien mise en évidence à la Société médicale des hôpitaux par M. E. Besnier, des aptitudes professionnelles d'acclimatement pour cette légion de maçons, de terrassiers et d'ouvriers en bâtiment, arrivant de la province, il faut surtout se préoccuper de l'aménagement défectueux de l'habitation, du mauvais état de la maison, qui se résument dans trois facteurs puissants d'auto-infection, l'encombrement, la malpropreté, l'installation malsaine des escaliers et des lieux d'aisance.

» Je dois reconnaître enfin que, pour être complètes, ces recherches

devraient donner des notions exactes sur la *morbidité;* car on ne peut bien déterminer la gravité d'une épidémie qu'en connaissant le nombre des malades atteints, afin d'établir avec exactitude la proportion des personnes qui ont subi les atteintes du fléau avec le chiffre des décédés.

» Malheureusement, l'étude de la morbidité est faite à Paris d'une manière très imparfaite; elle se poursuit en Angleterre dans des conditions plus intelligentes, plus pratiques et partant beaucoup plus instructives. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur un gisement de houille découvert dans la province d'Alger, et sur les couches de sable blanc qui l'accompagnent.* Mémoire de M. G. **Pinard**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Boussingault, Daubrée, Hébert.)

« J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie divers échantillons de houille, provenant des gisements que j'ai découverts aux environs de Bou-Saada (province d'Alger).

» La constitution géologique et topographique des terrains qui renferment ces gisements a été décrite dans les procès-verbaux dressés par MM. les ingénieurs du service des mines de l'Algérie, en 1874 et en 1882.

» J'ai publié moi-même récemment une courte Notice sur l'avenir industriel et commercial de l'Algérie, le jour où la houille, extraite du sein même de la colonie, pourra rayonner sur toute son étendue. Tous ces documents sont joints à mon envoi.

» Des essais plus récents ont été faits, pour déterminer le pouvoir éclairant de ce nouveau combustible, en même temps que son rendement en gaz d'éclairage et en coke. Dans ces essais, effectués encore par le service des mines d'Alger, il a été constaté que le pouvoir éclairant et le rendement en gaz du charbon de Bou-Saada, quoique fournis par des échantillons détériorés, étaient, sinon supérieurs, au moins équivalents aux résultats donnés par les meilleurs charbons français et anglais. Quant au rendement en coke, il a varié entre 62 et 66 pour 100 du charbon employé.

» A côté du charbon, j'ai cru intéressant de placer un échantillon de sable blanc, provenant du lieu même où ont été découverts les filons houillers. Ce sable, qui existe sur de vastes étendues et qui pourrait être utilisé pour la fabrication du verre le plus fin, est le produit de la désagré-

gation d'immenses bancs de grès, de nature et d'origine identiques à ceux qui, dans cette contrée, accompagnent constamment la houille. Si, comme il y a lieu de l'espérer, la houille se trouvait assez abondante pour pouvoir être exploitée économiquement, l'Algérie serait, du même coup, dotée de hauts-fourneaux pour le traitement de ses nombreux minerais, et de verreries ou de cristalleries. »

VITICULTURE. — *Résultats des traitements effectués en 1881-82, dans les Alpes-Maritimes, en vue de la destruction du Phylloxera.* Lettre de M. **Laugier** à M. Dumas.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Dans leurs Rapports à M. le Ministre et à la Commission supérieure du Phylloxera, M. le Directeur de l'Agriculture et M. le Délégué régional voulaient bien constater que les résultats des traitements effectués en 1881, dans les Alpes-Maritimes, étaient des plus satisfaisants.

» Plus de 200^{ha} ont été traités en 1881-1882, sur les instances des propriétaires. Aucun accident de végétation n'a été signalé, et les propriétaires ont manifesté leur satisfaction, à la suite des traitements effectués, pour la plupart, à l'époque où la vigne est en pleine végétation.

» Les réinvasions ont été, en général, très faibles sur les vignobles traités.

» Ces réinvasions sont dues, on le sait, aux radicicoles situés au collet des souches à une faible profondeur et aux œufs d'hiver déposés sur la partie aérienne des ceps, sur lesquels les vapeurs de sulfure injecté dans le sol ne peuvent avoir d'action. Pour les combattre, nous avions institué en 1880-1881, des applications de sulfocarbonate de potassium, sur les vieux bois du cep et du collet. Ces applications de sulfocarbonate de potassium, faites au moment où était effectué le traitement par le sulfure de carbone, ont donné, comme nous l'avions espéré, les résultats les plus favorables. C'est ainsi que, dans le foyer phylloxérique de Gilette, le seul foyer constaté dans l'arrondissement de Puget-Théniers, le Phylloxera n'a pas été retrouvé, depuis le mois de mars 1881 jusqu'à présent. Nous nous proposons de développer, dans une prochaine Communication, les résultats des applications de sulfocarbonate de potassium dilué sur les vignobles phylloxérés.

» Au point de vue de la végétation des vignes traitées, les résultats sont également des plus satisfaisants, d'après les affirmations des propriétaires eux-mêmes, dont les déclarations de satisfaction par écrit et les demandes

instantes pour la continuation des travaux de traitement constituent une preuve indiscutable du succès complet des traitements effectués en 1881-1882. Des viticulteurs absolument sceptiques, sinon hostiles au début, commencent à admettre aujourd'hui l'efficacité des traitements et leur innocuité. Ils ont dû se rendre à l'évidence des faits observés à la suite des traitements de printemps et d'été, d'autant plus significatifs pour eux que les vignes traitées étaient en pleine végétation. A ce point de vue, les traitements de printemps et d'été présentent de très grands avantages. Les résultats sont nets, dégagés de toute ambiguïté, et pour ainsi dire tangibles. Les méprises et les erreurs d'interprétation ne sont plus possibles.

» Sous le rapport de la régénération graduelle des vignes traitées, les résultats sont proportionnels à l'état plus ou moins marqué de dépérissement des ceps et au degré de fertilité naturelle ou acquise du sol. Par suite de la disposition accidentée du sol des vignobles, des difficultés de transport et surtout de l'insuffisance de production de fumier de ferme dans une région où les fourrages, et par suite le bétail, font presque complètement défaut, les vignes ne recoivent que très rarement des fumures et toujours en quantité insuffisante. D'autre part, la plupart des viticulteurs, d'après un préjugé très répandu dans les Alpes-Maritimes, évitent systématiquement tout apport d'engrais, dans la crainte d'altérer la quotité du vin. C'est ainsi que, sur les coteaux du Var, les vignes plantées sur un sol défoncé à 1^{m} de profondeur ne reçoivent jamais d'engrais, et, lorsque la production, qui diminue très rapidement, est devenue à peu près nulle, la terre est abandonnée à un reboisement spontané, tandis qu'une nouvelle plantation est faite sur un défrichement de bois. De là les symptômes de dépérissement très marqué que présentent, sur ces coteaux, les vignes âgées de plus de quinze ans et qui, bien qu'indemnes, paraîtraient à première vue envahies par le Phylloxera.

» Nous n'avons rien négligé pour convaincre les viticulteurs de la nécessité absolue des engrais, même pour les vignes indemnes. Nos premières analyses des sols vignobles nous avaient permis d'indiquer des formules d'engrais dont l'application sur les vignobles phylloxérés, à la suite des traitements, a donné une augmentation de plus de 1500^{kg} de raisins sur la récolte de 1881.

» En résumé, les traitements insecticides, effectués en 1881-82 sur plus de 200^{ha} dans les Alpes-Maritimes, ont donné les meilleurs résultats, et la situation des vignobles du département est aussi satisfaisante que possible, au point de vue du ralentissement de l'invasion comme à celui de la re-

constitution des vignes traitées. Le capital de plus de 100 millions que représentent les 29000^{ha} du département a été efficacement protégé. Les dépenses sont insignifiantes, eu égard à l'importance du vignoble dont la défense doit être poursuivie avec la plus grande énergie. Il est permis d'espérer que les traitements pourront être continués dans l'intérêt général de la protection des vignobles du département et de la frontière, comme dans celui des petits propriétaires, dont les ressources sont épuisées à la suite de la disparition presque totale du produit des oliviers, dont la récolte, jadis très lucrative et la plus importante du département, est presque entièrement détruite, depuis quelques années, par les ravages du *Dacus oleæ*. »

M. **Rosenstiehl** soumet au jugement de l'Académie, par l'entremise de M. Wurtz, un Mémoire sur les matières colorantes de la garance.

(Commissaires : MM. Fremy, Wurtz, Cahours, Friedel.)

M. **A. Gazan** adresse diverses observations sur les méthodes en Astronomie physique.

(Commissaires : MM. Faye, Lœwy, Janssen.)

M. **G. Cabanellas** adresse une Note portant pour titre : « Dans les transports d'énergie avec deux machines dynamo-électriques identiques, le rapport des vitesses n'exprime pas la valeur du rendement : le rendement est égal au produit du rapport des vitesses par le rapport des champs (application Miesbach-Munich). »

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **J. Alexandrovitch** adresse une Note relative à la direction des aérostats.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

M. **J.-B. Berlier** adresse une nouvelle Note relative à son système de vidange pneumatique, pour l'enlèvement direct, au moyen du vide, des matières fécales, et leur transport à de grandes distances par une canalisation métallique.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une brochure de M. *Louis Borrelly* intitulée « De la pêche dans le golfe de Marseille et du dépeuplement de ses eaux » ;

2° Un Ouvrage de MM. *Napias et Martin*, intitulé « L'étude et les progrès de l'hygiène en France de 1878 à 1882 » ;

3° Un opuscule de M. *Warnesson*, portant pour titre « Manuel sur la rage, sous forme de lectures, spécialement destiné aux enfants des écoles ».

ASTRONOMIE. — *Observations de la grande comète (Cruls), faites à l'Observatoire de Marseille ;* par M. **Borrelly**. (Transmises par M. Stephan.)

Dates. 1882.	Heures des observations (temps moyen de Marseille). h m s	Ascension droite de la comète. h m s	Distance polaire de la comète. ° ′ ″	Log. fact. par. en ascension droite.	Log. fact. par. en distance polaire.	Étoiles de comp.
Oct. 12.....	17.42. 1	10.22.52,15	102.16.58,9	$-\bar{1},5231$	$-0,8379$	*a*
15.....	16.35.45	10.18.55,48	103.29.15,9	$-\bar{1},5922$	$-0,8244$	*b*
17.....	17. 5.49	10.16.16,03	104.18.21,0	$-\bar{1},5425$	$-0,8407$	*c*
18.....	17.18.25	10.14.55,71	104.42.35,4	$-\bar{1},5133$	$-0,8474$	*d*

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1882,0.

Étoiles.	Noms des étoiles.	Ascension droite. h m s	Distance polaire. ° ′ ″	Autorité.
a	320 Weisse (*A. C.*) H. X	10.20. 4,88	102.32.11,1	Cat. W.
b	236 Weisse (*A. C.*) H. X	10.15.28,67	103.11.35,1	Cat. W.
c	20217 Lalande..................	10.19.38,49	104.25.55,5	Cat. L.
d	20089 Lalande..................	10.15. 8,70	104.54.10,3	Cat. L.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations spectroscopiques sur la grande comète (Cruls).* Note de MM. **Thollon** et **Gouy**, présentée par M. Mouchez.

« Les observations faites le même jour, 18 septembre, par M. Lohse en Écosse et par nous à l'observatoire de Nice, établissent, d'une manière incontestable, qu'à cette date les raies brillantes du sodium se voyaient dans le spectre de la grande comète et que ces raies étaient légèrement déplacées

vers le rouge. Comme nous opérions avec un miroir et un spectroscope trop peu dispersifs, nous n'avons pu voir avec certitude les raies plus faibles que M. Lohse a observées dans le vert; car, dans ces conditions, le spectre de la lumière diffuse était beaucoup trop vif pour ne pas les masquer, aussi bien que les bandes du carbone. Ces observations simultanées présentent donc l'accord le plus satisfaisant et méritent, par là même, d'inspirer confiance.

» Jusqu'au 9 octobre, l'état du ciel ne nous a pas permis de faire d'autres observations spectroscopiques. A cette date, une heure avant le lever du Soleil, nous avons pu constater que les raies du sodium, aussi bien que les autres raies brillantes, avaient disparu. On ne voyait que les quatre bandes ordinaires du carbone; la bande violette se distinguait parfaitement, bien qu'elle fût très faible; les autres étaient très brillantes, particulièrement sur le noyau. Celui-ci donnait en même temps un spectre continu, étroit, où nous avons cru apercevoir un grand nombre de raies noires et brillantes.

» Du 9 au 16, pas d'observations, à cause du mauvais temps. Le 16, à 4^h du matin, par un ciel splendide, le spectre de la comète présentait le même caractère que le 9; la bande violette avait presque entièrement disparu, le spectre continu donné par le noyau s'était considérablement affaibli. Les bandes avaient diminué de longueur, mais leur éclat avait à peine changé. Le spectre cométaire, comparé à celui d'une flamme d'alcool, montrait avec ce dernier la plus frappante ressemblance. Est-il besoin d'ajouter que cette ressemblance n'implique en aucune façon la présence de l'alcool parmi les éléments constituants de la comète? On sait que tous les composés du carbone donnent les mêmes bandes, et si, parmi ces composés, nous avons choisi l'alcool, c'est qu'il nous a paru d'un emploi plus commode et plus avantageux.

» Ce même jour et les jours suivants, nous avons observé ce qu'en Angleterre on appelle le *spectre intégral* de la comète, en dirigeant sur l'astre un spectroscope à vision directe sans projection d'image sur la fente. Ce spectre, assez brillant, est continu et ne montre aucune trace de bandes, ce qui prouve que la majeure partie de la lumière émise est blanche, probablement de la lumière solaire diffusée.

» L'évanouissement des raies du sodium et des autres raies brillantes observées par M. Lohse prouve que, dans les conditions ordinaires, le spectroscope ne peut pas nous donner une analyse complète de la matière cométaire. Il est fort possible, même très probable, que cette matière est composée des mêmes éléments que les aérolithes. D'autre part, si la tempé-

rature de l'astre est assez élevée pour produire le spectre d'émission des composés du carbone, elle devrait être suffisante pour produire celui du sodium, ce qui est contraire aux faits observés. Ces considérations, que nous avons longuement discutées, nous ont ramené à la théorie électrique des comètes. On sait en effet que, si l'on fait traverser un carbure gazeux par l'effluve électrique d'une machine de Holtz, dépourvue de condensateurs, le gaz s'illumine et donne les bandes du carbone; s'il tient en suspension, sous forme de fine poussière, des composés métalliques quelconques, il donnera toujours les mêmes bandes sans montrer aucune raie des métaux tenus en suspension. Il se passe probablement quelque phénomène analogue dans les comètes qui, sous le rapport de la constitution chimique, ne présenteraient plus dès lors d'anomalie choquante et ne différeraient pas des autres corps circulant dans notre système solaire.

» M. Charlois, calculateur de l'Observatoire de Nice et habile dessinateur, s'est joint à nous pour observer et reproduire par le dessin les particularités offertes par la brillante comète. Le 16 octobre, en l'étudiant avec un chercheur de 3 pouces ($0^m,08$) d'ouverture, il a découvert que toute la partie antérieure était entourée d'une sorte de gaine lumineuse très faible, invisible à l'œil nu, nettement délimitée à l'extérieur et s'étendant de 7° à 8° à l'opposite de la queue. Les photographies faites à l'Observatoire, et que nous communiquons à l'Académie, reproduisent d'après ses dessins, scrupuleusement vérifiés par nous, les aspects de la comète au 9 et au 16 octobre; elle avait alors une longueur de 23° à 25°. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Relations entre les résidus d'une fonction d'un point analytique (x, y) qui se reproduit, multipliée par une constante, quand le point (x, y) décrit un cycle.* Note de M. **Appell**, présentée par M. Bouquet.

« Les fonctions dont je m'occupe dans cette Note ont fait l'objet d'un Mémoire que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie dans la séance du 18 avril 1881; j'emploierai les notations dont je me suis servi à cette époque, dans l'extrait qui a été publié aux *Comptes rendus*.

» Soit $\Phi(x, y)$ une fonction du point analytique (x, y) n'ayant pas de points singuliers essentiels et admettant les $2p$ multiplicateurs μ_k correspondant aux $2p$ cycles normaux; soient, en outre,

$$(\xi_1, \eta_1),\ (\xi_2, \eta_2),\ \ldots,\ (\xi_n, \eta_n)$$

les pôles de cette fonction que je suppose tous simples, situés à distance finie et distincts des points critiques; j'appelle $A_1, A_2, \ldots, A_n$ les résidus correspondant à ces pôles. Soit

$$\int \frac{Q(x,y)}{F'_y(x,y)}\,dx$$

l'intégrale abélienne la plus générale de première espèce relative à la courbe donnée $F = 0$. La courbe $Q(x, y) = 0$, d'ordre $m - 3$, coupe la courbe $F = 0$ en $2p - 2$ points variables

$$(x'_1, y'_1),\ (x'_2, y'_2),\ \ldots,\ (x'_{2p-2}, y'_{2p-2}),$$

liés par les p équations

$$(1)\qquad \sum_{k=1}^{k=2p-2} u^{(i)}(x'_k, y'_k) = 2C_i \quad (i = 1, 2, \ldots, p).$$

» Désignons par le symbole $\begin{bmatrix}\xi', \eta' \\ \xi, \eta\end{bmatrix}$ la fonction

$$\frac{\Theta[u^{(i)}(x,y) - u^{(i)}(\xi', \eta') + h_i]}{\Theta[u^{(i)}(x,y) - u^{(i)}(\xi, \eta) + h_i]},$$

qui admet un seul zéro (ξ', η') et un infini (ξ, η); et posons

$$(2)\qquad \varpi(x,y) = e^{\sum_{i=1}^{i=p} l_i u^{(i)}(x,y)} \frac{Q(x,y)}{F'_y(x,y)} \prod_{k=1}^{k=2p-2} \begin{bmatrix} x_k, y_k \\ x'_k, y'_k \end{bmatrix},$$

les $(2p - 2)$ points (x_k, y_k) qui figurent dans cette expression étant, pour le moment, arbitraires. La fonction $\varpi(x, y)$ ne dépend plus des $2p - 2$ points (x'_k, y'_k); elle se comporte à l'infini et aux points critiques de la même façon que $\frac{Q(x,y)}{F'_y(x,y)}$. Déterminons maintenant les coefficients l_i et les points (x_k, y_k) de telle manière que la fonction $\varpi(x, y)$ admette les $2p$ multiplicateurs $\frac{1}{\mu_k}$. Nous aurons les $2p$ équations

$$(3)\qquad \begin{cases} 2\pi\sqrt{-1}\,l_i = -\log\mu_{2i-1}, \\ \displaystyle\sum_{k=1}^{k=2p-2} u^{(i)}(x_k, y_k) = 2C_i - \log\mu_{2i} - 2(l_1\alpha_{1i} + l_2\alpha_{2i} + \ldots + l_p\alpha_{pi}), \end{cases}$$

où $i = 1, 2, \ldots, p$. Les premières de ces équations déterminent $l_1, l_2, \ldots, l_p$; les secondes donnent p des points (x_k, y_k), par exemple, les points (x_k, y_k):

où $k = p-1, p, p+1, \ldots, 2p-2$, en fonction des $p-2$ autres points

$$(4) \qquad (x_1, y_1), \ (x_2, y_2), \ \ldots, \ (x_{p-2}, y_{p-2}),$$

qui restent arbitraires. La fonction ϖ ainsi obtenue admet les multiplicateurs inverses des multiplicateurs de $\Phi(x, y)$ et s'annule aux $(p-2)$ points arbitraires (4); elle est complètement déterminée quand on donne ces points (4).

» En attribuant aux points (4) tous les systèmes possibles de valeurs, on obtient une infinité de fonctions ϖ; mais toutes ces fonctions peuvent s'exprimer linéairement à l'aide de $p-1$ d'entre elles. En effet, soient ϖ_1, $\varpi_2, \ldots, \varpi_{p-1}$, $p-1$ des fonctions obtenues en attribuant aux points (4) $p-1$ systèmes de valeurs, et soit $\varpi_p(x, y)$ la fonction ϖ obtenue en donnant aux points (4) les valeurs

$$(5) \qquad (x''_1, y''_1), \ (x''_2, y''_2), \ \ldots, \ (x''_{p-2}, y''_{p-2}).$$

La fonction

$$(6) \qquad m_1 \varpi_1(x, y) + m_2 \varpi_2(x, y) + \ldots + m_{p-1} \varpi_{p-1}(x, y),$$

où les m désignent des constantes, est une fonction ϖ; si l'on détermine les coefficients $m_1, m_2, \ldots, m_{p-1}$ de manière que cette fonction (6) s'annule aux $p-2$ points (5), cette fonction deviendra identique à ϖ_p, à un facteur constant près : ce qui démontre la proposition.

» Considérons alors le produit $\Phi(x, y)\,\varpi_s(x, y)$, dans lequel s a l'une des valeurs $1, 2, \ldots, (p-1)$. Ce produit est une fonction rationnelle de x et y, admettant pour pôles, d'une part, les pôles de $\Phi(x, y)$ avec les résidus

$$(7) \qquad A_1 \varpi_s(\xi_1, \eta_1), \ A_2 \varpi_s(\xi_2, \eta_2), \ \ldots, \ A_n \varpi_s(\xi_n, \eta_n),$$

et, d'autre part, les pôles de $\varpi_s(x, y)$. Comme l'intégrale de cette fonction rationnelle $\Phi(x, y)\,\varpi_s(x, y)$ reste finie aux points à l'infini et aux pôles de $\varpi_s(x, y)$ qui coïncident tous avec des points critiques, on a entre les résidus (7) la relation

$$(8) \qquad A_1 \varpi_s(\xi_1, \eta_1) + A_2 \varpi_s(\xi_2, \eta_2) + \ldots + A_n \varpi_s(\xi_n, \eta_n) = 0.$$

En donnant à s les valeurs $1, 2, \ldots, (p-1)$, *on obtient ainsi* $(p-1)$ *relations entre les résidus* $A_1, A_2, \ldots, A_n$ *de la fonction* $\Phi(x, y)$ *et les pôles correspondants.*

» *Remarque I.* — Dans le cas où les multiplicateurs μ_k de la fonction $\Phi(x, y)$ ont la forme exceptionnelle indiquée dans les équations (3) de la Note

du 18 avril 1881, les raisonnements précédents sont en défaut, car les équations (3) de la présente Note ne permettent plus de déterminer p des points (x_k, y_k) en fonction des $(p-2)$ autres. (*Voir* Briot, *Théorie des fonctions abéliennes*, p. 96.) Dans ce cas, $\varpi(x, y)$ se réduit à

$$e^{\sum_{i=1}^{i=p} l_i u^{(i)}(x,y)} \frac{Q(x,y)}{F'_y(x,y)},$$

et il y a, entre les résidus et les pôles de $\Phi(x, y)$, p relations, que l'on déduit immédiatement de celles qui ont lieu entre les résidus et les pôles d'une fonction rationnelle de x et y.

» *Remarque II.* — Les relations (8) s'étendent au cas où la fonction $\Phi(x, y)$ a des points singuliers essentiels, de la même façon que les relations analogues relatives à une fonction rationnelle s'étendent aux fonctions uniformes du point (x, y) possédant des points singuliers essentiels (voir *Comptes rendus*, séance du 13 mars 1882). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions hypergéométriques de deux variables*. Note de M. E. GOURSAT, présentée par M. Hermite.

« On sait comment MM. Appell et Picard ont envisagé des fonctions de deux variables indépendantes, analogues à la série hypergéométrique de Gauss. Je considère la fonction appelée par M. Appell $F_1(\alpha, \beta, \beta', \gamma, x, y)$ (*Comptes rendus*, 16 février 1880),

$$F_1(\alpha, \beta, \beta', \gamma, x, y) = \sum \frac{(\alpha.m+n)(\beta.m)(\beta'.n)}{(\gamma.m+n)(1.m)(1.n)} x^m y^n,$$

la sommation s'étendant aux valeurs entières de m et de n, depuis zéro jusqu'à l'infini, et $(\lambda.k)$ désignant le produit $\lambda(\lambda+1)\ldots(\lambda+k-1)$, avec la condition $(\lambda.0)=1$. Cette fonction satisfait à des équations aux dérivées partielles qui rappellent l'équation de la série hypergéométrique

$$(\mathrm{I}) \left\{ \begin{array}{l} (x-y)s - \beta' p + \beta q = 0, \\ x(1-x)r + y(1-x)s + [\gamma - (\alpha+\beta+1)x]p + \beta y q - \alpha\beta z = 0. \end{array} \right.$$

L'analogie se poursuit plus loin; de même que l'équation de la série hypergéométrique admet en général vingt-quatre intégrales de la forme $x^l(1-x)^m F(\lambda, \mu, \nu, z)$, de même les équations (I) admettent en général *soixante* intégrales communes qui s'expriment par des produits tels que

$$x^l(1-x)^m y^{l'}(1-y)^{m'}(x-y)^n F_1(\lambda, \mu, \mu', \nu, t, t'),$$

λ, μ, μ', ν étant liés amplement à $\alpha, \beta, \beta', \gamma$ et les variables t, t' étant des fonctions rationnelles et du premier degré de x et de y. On obtient ces soixante intégrales par une méthode absolument semblable à la méthode employée par Jacobi pour les séries hypergéométriques d'une seule variable (*Journal de Crelle*, t. LVI).

» Il résulte, en effet, du travail de M. Picard sur ces fonctions (*Annales de l'École Normale*, 1881) que chacune des dix intégrales définies

$$z = \int_g^h \mathrm{V}\,du, \quad \text{où} \quad \mathrm{V} = u^{\beta+\beta'-\gamma}(u-1)^{\gamma-\alpha-1}(u-x)^{-\beta}(u-y)^{-\beta'},$$

g et h désignant l'une des quantités $0, 1, x, y, \infty$, satisfait aux équations (I) pourvu qu'elle ait un sens. Prenons, par exemple, l'intégrale

$$z = \int_1^{+\infty} \mathrm{V}\,du,$$

qui a un sens si les parties réelles de α et de $\gamma - \alpha$ sont positives; elle définit une fonction holomorphe de x et de y tant que le chemin suivi par chacune des variables ne coupe pas la ligne indéfinie $1 —— +\infty$. Elle pourra donc être développée en une série ordonnée suivant les puissances croissantes de x et de y et convergente pour les valeurs de ces variables d'un module inférieur à l'unité. On trouve sans peine

$$\int_1^{+\infty} \mathrm{V}\,du = \frac{\Gamma(\alpha)\Gamma(\gamma-\alpha)}{\Gamma(\gamma)} \mathrm{F}_1(\alpha, \beta, \beta', \gamma, x, y).$$

» Maintenant, il existe cinq changements de variable qui n'altèrent pas la forme de cette intégrale définie; ce sont les suivants :

$$u = \frac{v}{v-1}, \quad u = (1-x)v + x, \quad u = \frac{v-x}{v-1}, \quad u = (1-y)v + y, \quad u = \frac{v-y}{v-1}.$$

On en déduit cinq formes nouvelles pour la même intégrale :

$$(1-x)^{-\beta}(1-y)^{-\beta'}\mathrm{F}_1\left(\gamma-\alpha, \beta, \beta', \gamma, \frac{x}{x-1}, \frac{x}{y-1}\right),$$

$$(1-x)^{-\alpha}\mathrm{F}_1\left(\alpha, \gamma-\beta-\beta', \beta, \gamma, \frac{x}{x-1}, \frac{x-y}{x-1}\right),$$

$$(1-y)^{-\alpha}\mathrm{F}_1\left(\alpha, \beta, \gamma-\beta-\beta', \gamma, \frac{y-x}{y-1}, \frac{y}{y-1}\right),$$

$$(1-x)^{\gamma-\alpha-\beta}(1-y)^{-\beta'}\mathrm{F}_1\left(\gamma-\alpha, \gamma-\beta-\beta', \beta', \gamma, x, \frac{y-x}{y-1}\right),$$

$$(1-x)^{-\beta}(1-y)^{\gamma-\alpha-\beta'}\mathrm{F}_1\left(\gamma-\alpha, \beta, \gamma-\beta-\beta', \gamma, \frac{x-y}{x-1}, y\right).$$

Chacune des neuf autres intégrales définies pourra être ramenée à la même forme que la première par l'une des substitutions

$$u = 1 - v,\quad u = \frac{1}{v},\quad u = x\frac{v-1}{v},\quad u = y\frac{v-1}{v}, u = x + \frac{1-x}{v},$$

$$u = y + \frac{1-y}{v},\quad u = xv,\quad u = yv,\quad u = y + \frac{x-y}{v}.$$

» Si à chacune de ces nouvelles intégrales on applique les mêmes transformations qu'à la première, on en déduira six expressions différentes au moyen de séries hypergéométriques; ce qui fait bien en tout les soixante solutions énoncées. Ne pouvant donner ici le tableau de ces soixante intégrales, je me contenterai de reproduire la formule suivante :

$$\int_0^{-\infty} V\,du = \frac{\Gamma(\alpha)\,\Gamma(\beta+\beta'+1-\gamma)}{\Gamma(\alpha+\beta+\beta'+1-\gamma)} F_1(\alpha, \beta, \beta', \alpha+\beta+\beta'+1-\gamma, 1-x, 1-y).$$

» Les résultats qui précèdent ne sont établis qu'en supposant que les éléments α, β, β', γ satisfont à certaines relations d'inégalité, mais il est clair qu'ils subsistent tant qu'aucune des quantités qui jouent le rôle de γ dans ces séries n'est égale à un nombre entier négatif.

» La représentation des solutions des équations (I) par des intégrales définies permet d'étudier sans peine la manière dont se comportent ces solutions quand on fait varier x et y d'une façon arbitraire entre certaines limites; on en déduirait aussi, par l'application du théorème de Cauchy, les relations linéaires entre quatre de ces intégrales, de la même manière que pour la série hypergéométrique ordinaire. »

ARITHMÉTIQUE. — *Décomposition d'un nombre entier* N *en ses puissances* $n^{\text{ièmes}}$ *maxima*. Note de M. É. LEMOINE, présentée par M. L. Lalanne.

« *Si l'on a* $N = a_1^n + a_2^n + \ldots + a_p^n$, *je dirai que* N *est décomposé en ses puissances* $n^{\text{ièmes}}$ *maxima lorsque la racine* $n^{\text{ième}}$ a_j *d'un terme quelconque* a_j^n *du second membre est la racine* $n^{\text{ième}}$, *à une unité près par défaut, du nombre formé par l'addition de* a_j^n *et de tous les nombres qui sont à sa droite dans le second membre.*

» Si le second membre contient p termes, je dirai que N est d'indice p par rapport à la puissance n.

» Il est évident que tout nombre n'est décomposable que d'une seule manière en ses puissances $n^{\text{ièmes}}$ maxima.

» Dans le cas de $n = 2$, on a facilement les théorèmes suivants :

» *Si $a_p > 2$, $a_1, a_2, a_3, \ldots, a_p$ sont tous différents.*

» *Si $a_p = 2$, a_{p-1} peut être égal à 2, mais tous les autres sont différents.*

» *Si $a_p = 1$, a_{p-1} et a_{p-2} peuvent aussi être égaux à 2, mais tous les autres sont différents.*

» Proposons-nous de former le plus petit nombre qui, décomposé en carrés maxima, ait l'indice p. Les premiers nombres entiers décomposés en leurs carrés maxima sont

$$1^2,\ 1^2+1^2,\ 1^2+1^2+1^2,$$
$$2^2,\ 2^2+1^2,\ 2^2+1^2+1^2,\ 2^2+1^2+1^2+1^2,\ 2^2+2^2,\ 3^2,\ \ldots,$$

et l'on voit que les plus petits nombres d'indice 1, 2, 3, 4, ... sont respectivement 1, 2, 3, 7, ...

» Cela posé, soit y_p le plus petit nombre d'indice p et supposons y_p impair et plus grand que 1 ; y_{p+1} est évidemment de la forme $K^2 + y_p$, et il faut que $y_p < 2K + 1$; sans cela K ne serait pas le plus grand carré entier contenu dans y_{p+1}, c'est-à-dire que l'on a

$$K > \frac{y_p - 1}{2},$$

et, comme y_p est supposé impair et plus grand que 1, le plus petit nombre entier K satisfaisant à cette inégalité est $\frac{y_p+1}{2}$; on aura donc

$$\text{(A)} \qquad y_{p+1} = \left(\frac{y_p+1}{2}\right)^2 + y_p.$$

» Si y_p est impair et de la forme $4m - 1$, cette formule donnera

$$y_{p+1} = \left[\frac{(4m-1)+1}{2}\right]^2 + 4m - 1 = 4M - 1.$$

» Or $y_3 = 3$ plus grand que 1 est impair et de la forme $4m - 1$; donc $y_4, y_5, \ldots$ seront de la même forme, et la formule (A) est la formule de récurrence qui, à partir de y_3, permet de calculer les plus petits nombres d'indice donné par rapport aux carrés maxima.

Tableau des premiers plus petits nombres d'indice donné par rapport aux carrés maxima.

p.	$N = y_p$.		
1	$1 = 1$	$=$	1^2.
2	$2 = 2.1$	$=$	$1^2 + 1^2$,
3	$3 = 2.2 - 1$	$=$	$1^2 + 1^2 + 1^2$,
4	$7 = 2.4 - 1$	$=$	$2^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2$,
5	$23 = 2.12 - 1$	$=$	$4^2 + 2^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2$,
6	$167 = 2.84 - 1$	$=$	$12^2 + 4^2 + 2^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2$,
7	$7223 = 2.3612 - 1$	$=$	$84^2 + 12^2 + 4^2 + 2^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2$,
8	$13053767 = \ldots\ldots\ldots$	$=$	$3612^2 + 84^2 + 12^2 + 4^2 + 2^2 + 1^2 + 1^2 - 1^2$,
9	$42600227803223 = \ldots\ldots$		$\ldots\ldots$
10	$\ldots\ldots$		$\ldots\ldots$

La formule (A) donne, en appelant K_p la racine carrée y_p à une unité près par défaut,

$$K_{p+1} = \frac{y_p + 1}{2},$$

ou

$$\text{(B)} \qquad y_p = 2K_{p+1} - 1.$$

» Je remarque que $y_1, y_2, y_4, \ldots, y_7$ sont premiers; je ne sais point si les autres le sont aussi.

» *Tous les plus petits nombres d'indice* $2p + 1$, $(p > 1)$ *par rapport aux carrés maxima, se terminent par* 23, *et tous les plus petits nombres d'indice* $2p$, $(p > 2)$, *se terminent par* 67.

» Supposons que, pour une certaine valeur de p, on ait

$$y_{2p+1} = \ldots 23;$$

on aura, d'après (A),

$$y_{2p+2} = \left(\frac{\ldots 23 + 1}{2}\right)^2 + \ldots 23 = \ldots 44 + \ldots 23 = \ldots 67,$$

$$y_{2p+3} = \left(\frac{\ldots 67 + 1}{2}\right)^2 + \ldots 67 = \ldots 56 + \ldots 67 = \ldots 23.$$

Or

$$y_5 = 23;$$

donc

$$y_6 = \ldots 67, \quad y_7 = \ldots 23, \quad \ldots.$$

» Je ne crois pas que ce mode de décomposition des nombres ait été étudié ou même signalé. Il semble que les personnes habituées aux recherches arithmétiques pourraient en tirer quelque parti. Voici un exemple de décomposition d'un nombre en quatre carrés.

» On a

$$6314 = 77.82,$$

ou, en décomposant en carrés maxima,

$$79^2 + 8^2 + 3^2 = (8^2 + 3^2 + 2^2)(9^2 + 1^2);$$

mais

$$(8^2 + 3^2 + 2^2)(9^2 + 1^2) = 72^2 + 27^2 + 18^2 + 8^2 + 3^2 + 2^2:$$

donc

$$79^2 = 72^2 + 27^2 + 18^2 + 2^2.$$

» *Si l'on étudie la décomposition d'un nombre en ses cubes maxima, il est facile de voir que l'on n'a jamais plus de sept fois le nombre* 1^3; *que l'on n'a jamais plus de trois fois* 2^3, *et, dans ce cas, on ne peut avoir plus de deux fois* 1^3; *que l'on n'a jamais plus de deux fois le nombre* 3^3, *et, dans ce cas, on ne peut avoir deux fois* 2^3, *enfin qu'aucun autre nombre ne peut se répéter.*

» Il y a des remarques analogues pour la décomposition en puissances $n^{\text{ièmes}}$ maxima.

» *Remarque.* — 23 est le plus petit nombre d'indice 5 dans la décomposition en carrés, et le plus petit nombre d'indice 9 dans la décomposition en cubes. Je ne sais s'il y a d'autres nombres communs aux deux Tableaux.

» Dans la décomposition en cubes, on obtient y_{p+1}, en ajoutant à y_p le cube du plus petit nombre K qui satisfait à l'inégalité

$$y_p < 3K^2 + 3K + 1,$$

mais il n'y a pas de loi de récurrence analogue à la formule (A). »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Induction lunaire et ses périodes.* Note de M. Quet.

« La théorie de l'induction produite sur la Terre par la Lune se déduit des formules générales que j'ai données le 2 décembre 1878 dans les *Comptes rendus*; avec elles je trouve pour les principales périodes les valeurs que je vais indiquer.

» Une des forces est caractérisée par une variation horaire qui s'accomplit dans l'intervalle d'un jour lunaire. Si, au lieu du temps lunaire, on emploie le temps solaire, on peut dire qu'elle a une variation diurne solaire avec une inégalité de $29^{\text{j.sol}},5$, ce qui est la durée de la révolution synodique de la Lune.

» Une autre force a une variation diurne lunaire avec une inégalité de 18,5 années solaires, durée de la révolution sidérale des nœuds.

» Une troisième force a une variation diurne solaire avec une inégalité de $346^{\text{j. sol}},6$, durée de la révolution synodique des nœuds.

» Une quatrième force a une période de $27^{\text{j. sol}},32$.

» Une cinquième force a une variation diurne d'un jour lunaire avec une inégalité de $27^{\text{j. sol}},32$, durée de la révolution sidérale de la Lune.

» Une sixième a une période de $18^{\text{ans}},5$.

» Il y a encore d'autres forces, mais leurs périodes ne portent pas de nom. L'étude des variations qu'éprouvent les boussoles a déjà fait connaître plusieurs de ces périodes. Depuis la découverte de Kreill, la période d'un jour lunaire a été constatée dans les grands observatoires magnétiques de l'Europe, de l'Amérique, de l'Afrique, de l'Asie et de l'Océanie; partout le mouvement diurne lunaire s'est montré avec le même caractère général et avec la particularité suivante : on a constaté, ce qui est conforme à notre théorie, que, à la même heure lunaire, l'aiguille de la boussole de déclinaison se meut en sens opposés dans les deux hémisphères. D'un autre côté, les périodes de $29^{\text{j. sol}},5$ et de $27^{\text{j. sol}},32$ ont été signalées par M. Brown; le tiers des périodes que j'ai indiquées se trouve donc conforme aux résultats des observations. Ce succès en fait prévoir d'autres, bien qu'il soit difficile de démêler des périodes diverses dans le mouvement lunaire des boussoles, qui est très peu étendu, et qu'il faille réunir plus de 162 000 observations horaires quand il s'agit de constater la plus longue période.

» Si l'on désigne par X, Y, Z; X', Y', Z' les composantes rectangulaires des forces d'induction dues à la vitesse de révolution et à celle de la rotation de la Lune, et par $\mathfrak{X}$, $\mathfrak{Y}$, $\mathfrak{Z}$ les composantes de leur résultante, on a

$$\mathfrak{X} = \mathrm{X} + \mathrm{X}', \quad \mathfrak{Y} = \mathrm{Y} + \mathrm{Y}', \quad \mathfrak{Z} = \mathrm{Z} + \mathrm{Z}'.$$

» D'après les *Comptes rendus* du 2 décembre 1878, on peut tirer les premières composantes de ces deux types

$$\mathrm{X} = \frac{\mathrm{KM}\omega}{2\mathrm{R}^3}(f'\mathrm{C} - g'\mathrm{B}), \quad \mathrm{X}' = \frac{\mathrm{KMN}}{2\mathrm{R}^2}[e(\cos\nu_1 - 3hh') + 2\lambda' h].$$

Je choisis d'abord pour axe le rayon vecteur de la Lune, la perpendiculaire à ce rayon dans le plan de l'orbite et la normale à ce plan; on a alors $e = 1$, $f = 0$, $g = 0$, $g' = 0$, $h = \alpha'$, $h' = \lambda'$, $\mathrm{A} = 2\alpha'$, $\mathrm{B} = -\beta'$,

$C = -\gamma'$, et j'ai

$$X = -\frac{KM\omega}{2R^3}f'\gamma', \quad Y = +\frac{KM\omega}{2R^3}e'\gamma', \quad Z = -\frac{KM\omega}{2R^3}(+e'\beta' + 2f'\alpha'),$$

$$X' = \frac{KMN}{2R^2}(\cos\nu_1 - \alpha'\lambda'), \quad Y' = \frac{2KMN}{2R^2}\alpha'\mu', \quad Z' = \frac{2KMN}{2R^2}\alpha'\nu'.$$

Pour calculer les valeurs de ces composantes, on a facilement, par la Trigonométrie sphérique, les formules

$$\alpha' = -\cos\nu_1\sin\varepsilon'\sin\psi' + \sin\nu_1\cos^2\frac{\varepsilon'}{2}\cos(\psi_1 - \psi') + \sin\nu_1\sin^2\frac{\varepsilon'}{2}\cos(\psi_1 + \psi'),$$

$$\gamma' = \cos\nu_1\cos\varepsilon' + \sin\nu_1\sin\varepsilon'\sin\psi_1, \quad \beta' = \ldots,$$

$$\lambda' = -\sin\varepsilon'\sin\psi', \quad \mu' = -\sin\varepsilon'\cos\psi', \quad \nu' = \cos\varepsilon'.$$

ε' et ν_1 sont les angles que la normale au plan de l'orbite et l'axe magnétique font avec l'axe de rotation; ψ' et ψ_1 sont les longitudes de la Lune et de son pôle magnétique, comptées à partir du nœud ascendant, la première sur l'orbe, la deuxième sur l'équateur lunaire.

Pour avoir les composantes $\mathfrak{X}_1, \mathfrak{Y}_1, \mathfrak{Z}_1$, par rapport à trois axes rectangulaires fixes dont deux seront dans l'équateur terrestre, le troisième sur l'axe de rotation de la sphère céleste, on n'a qu'à projeter les composantes précédentes sur ces axes, ce qui se fera aisément au moyen des angles $\varepsilon'', \varepsilon, \psi'', u$ qui désignent, le premier l'inclinaison de l'orbe sur l'écliptique, le deuxième l'obliquité de l'écliptique, le troisième la longitude du nœud, le quatrième l'angle que l'axe des x fixe de l'équateur terrestre fait avec le rayon mené du centre à l'équinoxe vernal. On obtient ainsi des valeurs de la forme suivante :

$$\mathfrak{X}_1 = L\mathfrak{X} + P\mathfrak{Y} + Q\mathfrak{Z},$$

où l'on a posé

$$L = A_1\cos(\psi' + \psi'' + u) + A_2\cos(\psi' + \psi'' - u) + A_3\cos(\psi' - \psi'' + u)$$
$$+ A_4\cos(\psi' - \psi'' - u) + A_5[\cos(\psi' + u) - \cos(\psi' - u)].$$

Les quantités désignées par la lettre générale A sont des facteurs très simples de $\varepsilon\varepsilon''$ que le calcul donne; la quantité P a une forme analogue à celle de L; la valeur de Q est la suivante :

$$Q = B_1\sin(\psi'' + u) + B_2\sin(\psi'' - u) + B_3\sin u.$$

B_1, B_2 sont des facteurs de $\varepsilon\varepsilon''$.

» Lorsqu'on a calculé ainsi l'expression de $\mathfrak{x}_1$, on obtient celle de $\mathfrak{y}_1$ en changeant u en $u + 90°$. Enfin on tire $\mathfrak{z}_1$ de $\mathfrak{y}_1$ en posant $u = 0$ et en changeant ε en $\varepsilon = 90°$.

» En prenant les valeurs générales de ψ', ψ'', e', f', R, ω, on pourra développer en série les composantes et l'on réduira chaque série au premier terme, qui est la partie principale. Pour avoir cette partie, on n'a qu'à remplacer les quantités par leur moyenne valeur; de cette manière $e' = 0$, $f' = 1$, R est le rayon moyen, ω devient égal à $2\pi R$ divisé par la durée T' de la révolution sidérale, et l'on a, d'après un théorème connu, $\omega = NR$. D'ailleurs $\psi' = \psi'_0 + m't$, $\psi_1 = \psi_0 + m't$, $\psi'' = \psi''_0 - m''t$, en désignant par m', m'' les moyennes vitesses angulaires du rayon de la Lune et de celui du nœud et en notant par l'indice zéro les valeurs initiales des angles. De cette manière on obtient

$$\mathfrak{x}_1 = \Sigma H \cos\left[2\pi t\left(1 + \frac{1}{T} + \frac{a}{T'} + \frac{b}{T''}\right) - h\right],$$

$$\mathfrak{y}_1 = -\Sigma H \sin\left[2\pi t\left(1 + \frac{1}{T} + \frac{a}{T'} + \frac{b}{T''}\right) - h\right],$$

$$\mathfrak{z}_1 = -\Sigma H' \sin\left[2\pi t\left(\frac{a}{T'} + \frac{b}{T''}\right) - h'\right].$$

a, b, c sont des nombres entiers qui peuvent être précédés du signe + ou du signe —. T est la durée de l'année et T'' la durée de la révolution sidérale des nœuds. Ces expressions renferment les périodes que j'ai énoncées et beaucoup d'autres. Si l'axe de rotation de la Lune était perpendiculaire au plan de l'orbite, les formules précédentes montrent que la résultante des deux inductions serait nulle. Pour avoir la résultante complète des forces d'induction, il faudrait avoir égard à l'induction que la Terre éprouve en vertu de sa propre rotation autour de son axe; mais nous considérerons à part cette dernière composante. »

TÉLÉGRAPHIE. — *Sur la transmission et l'enregistrement automatique des dépêches de télégraphie optique.* Note de M. **Martin de Brettes**, présentée par M. Th. du Moncel.

« Dans une des dernières séances de l'Académie, M. Faye a présenté un Mémoire de M. Bridet, relatif à l'importance de l'établissement des communications optiques entre les îles Maurice et de la Réunion. M. Bridet annonce qu'il a résolu la question de l'expédition automatique des dé-

pêches au moyen d'un petit appareil automoteur de son invention, dont il donne la description.

» Sans vouloir diminuer en rien le mérite de l'idée et de l'invention dont il est question, je prendrai la liberté de faire remarquer à l'Académie que j'ai émis l'idée d'établir la télégraphie optique au moyen d'un alphabet Morse et décrit un moyen de *transmettre automatiquement* les dépêches optiques, il y a plus de *trente ans*, dans un Ouvrage publié en 1851, sous le titre : *Des artifices éclairants à la guerre et de la lumière électrique*. Voici ce qu'on y lit :

« Si l'on voulait obtenir des feux momentanés, rien ne serait plus simple. Il suffirait d'interrompre et de fermer le circuit alternativement; et, comme on est maître de fixer la durée des interruptions du courant, on pourrait, au moyen d'une combinaison du nombre et de la durée des feux, établir une série de signaux utiles pour une correspondance télégraphique..... Celui qui les recevra notera la durée des feux successifs, celle de leurs interruptions, et n'aura ensuite qu'à traduire la dépêche d'après la clef conventionnelle adoptée.

» .... Il (l'appareil de transmission automatique) consisterait en une roue en cuivre pouvant tourner sur son axe; sur sa circonférence on enroulerait une bande de papier, qui présenterait, dans le sens de la longueur, une série de rectangles découpés. Ces rectangles auraient des longueurs proportionnelles aux durées des deux feux successifs, et les intervalles seraient en rapport avec les interruptions de lumière. Une des extrémités du circuit électrique s'appuierait sur la roue en cuivre, et l'autre sur le papier, de manière à pouvoir venir toucher le cuivre suivant la longueur des rectangles découpés..... Si l'on donne à la roue un mouvement de rotation uniforme, les lumières successives et leurs interruptions auront des durées respectivement proportionnelles aux longueurs des rectangles et de leurs intervalles. »

» La bande de papier, au lieu d'avoir une longueur limitée à celle de la circonférence de la roue en cuivre ou à celle des spires qu'on pourrait déterminer sur sa partie cylindrique, pourrait avoir une longueur quelconque, si on la faisait passer entre la roue et l'extrémité du conducteur avec une vitesse uniforme, au moyen d'un laminoir comme dans le télégraphe Morse.

» Les éclairs et les éclipses sont employés simultanément, avec cet appareil de transmission, pour la composition des dépêches. Si l'on se bornait à les composer avec des éclipses, il suffirait de découper avec l'emporte-pièce des rectangles égaux dans le papier et espacés en raison des durées composant les lettres. Le percement du papier se ferait alors très rapidement.

» M. Bridet se propose aussi d'enregistrer automatiquement les dépêches optiques au moyen de la Photographie, en recevant les impressions lumi-

neuses sur une bande de papier préparée au gélatinobromure d'argent, qui se déroulerait uniformément en passant au foyer de la lunette réceptrice.

» Je ne sais à quelle époque remonte cette idée de M. Bridet, mais il y a longtemps que je l'ai eue quand elle était une utopie, avant que les perfectionnements des appareils projecteurs du colonel Mangin et la sensibilité actuelle des papiers photographiques eussent permis de la réaliser. Je me bornerai seulement à dire que j'ai développé l'idée de la photographie des dépêches optiques, et ses avantages, à M. le capitaine d'artillerie Leclère, membre de la Commission de la télégraphie optique, longtemps avant son départ pour la Tunisie, où il est depuis quinze mois.

» Je terminerai en disant que, dans une séance de l'Académie, il y a six mois environ, j'ai fait part à M. le comte du Moncel de l'idée dont je m'occupais alors, d'enregistrer des dépêches optiques, non plus seulement par la photographie des éclairs, *mais en toutes lettres avec les caractères en usage dans l'imprimerie*.

» Des occupations diverses m'ont fait abandonner temporairement ce problème; mais j'espère avoir l'honneur d'en apporter prochainement à l'Académie la solution, qui est basée sur les merveilleuses propriétés électriques du sélénium. »

CHIMIE. — *Sur le thorium métallique*. Note de M. **L.-F. Nilson**, présentée par M. Berthelot.

« En 1829, Berzelius a préparé ce métal en décomposant par le potassium le chlorure anhydre, ou le chlorure double de thorium et de potassium.

» En 1861, M. Chydenius opéra la réduction du thorium de la même manière par le sodium. Le produit obtenu concorde, quant à ses propriétés, avec celui de Berzelius, si ce n'est qu'il s'est dissous plus aisément dans l'acide sulfurique et nitrique à chaud.

» Sa densité était égale à 7,657-7,795.

» Revenant sur la réduction du thorium, je l'ai opérée en chauffant avec du sodium le chlorure double anhydre de thorium et de potassium, et en ajoutant à ce mélange du chlorure de sodium, le tout dans un creuset de fer. Après le traitement du résidu par de l'eau, il reste une poudre grisâtre, pesante et scintillante, qui, regardée sous le microscope, consiste en cristaux fort petits, plus ou moins brillants et intimement unis aux petits agrégats.

» Le thorium métallique est cassant et presque infusible; la poudre prend

un éclat métallique sous la pression, est inaltérable dans l'air à la température ordinaire ainsi qu'à 120°, prend feu dans l'air ou dans l'oxygène au-dessous du rouge, et s'oxyde avec un éclat éblouissant, en donnant un résidu de thorium parfaitement blanc.

» Chauffé avec le chlore, le brome, l'iode et le soufre, il brûle dans les vapeurs de ces métalloïdes, en se combinant avec elles.

» L'eau n'attaque le métal ni à froid ni à chaud.

» L'acide sulfurique étendu occasionne le dégagement de l'hydrogène, très faible à froid, un peu plus rapide à chaud, mais l'acide ne l'attaque que très lentement; l'acide sulfurique concentré agit aussi très légèrement à chaud, en dégageant de l'acide sulfureux anhydre. L'acide nitrique étendu, ainsi que l'acide concentré, n'exerce aucune action sensible sur lui, ni à froid ni à chaud, fait d'autant plus remarquable que le thorium, à une température élevée, a une très vive affinité pour l'oxygène. L'acide chlorhydrique étendu dissout le métal assez lentement, même à chaud; l'acide fumant l'attaque au contraire très facilement; l'eau régale agit de même, mais les alcalis sont sans action.

» Le métal examiné se comporte donc, avec les agents en question, de la même manière que celui de Berzelius.

» Le poids spécifique du thorium métallique pur a été trouvé égal à 10,9178 sur un premier échantillon. Ce nombre est un peu inférieur à celui qu'a fourni un second échantillon : la moyenne est environ 11,000. On peut en conclure que le métal obtenu par Chydenius, d'une densité égale à seulement 7,657 ou 7,795, contenait beaucoup de matières étrangères, provenant sans doute du tube de verre où il avait été préparé.

» La densité de la thorine, obtenue par la calcination de deux échantillons du sulfate, a été trouvée égale à 10,2207 et à 10,2198. Par conséquent, le produit examiné était aussi, sous ce rapport, tout à fait homogène. Le nombre 10,22 diffère beaucoup des valeurs auxquelles sont arrivés Berzelius, M. Damour et M. Chydenius : 9,402, 9,366, 9,228, sans doute parce que j'ai opéré sur une terre pure, avec une méthode qui exclut les erreurs dues à l'air adhérent.

» L'équivalent et la densité étant connus, nous pouvons calculer aussi le volume atomique. En admettant que le métal soit équivalent à quatre atomes d'hydrogène, on obtient la valeur 21,1. Ce nombre coïncide avec les volumes atomiques du zirconium (21,7), du cérium (21,1), du lanthane (22,6) et du didyme (21,5). Cette analogie n'est certainement pas un fait du hasard; elle me paraît plutôt confirmer l'opinion que j'ai émise

autrefois, à la suite de mes recherches sur les sélénites, sur certains chloroplatinates, sur les chloroplatinites, etc., savoir que les éléments des terres rares forment une série de métaux quadrivalents.

CHIMIE. — *Détermination de l'équivalent du thorium.* Note de M. L.-F. NILSON, présentée par M. Berthelot.

« Les expériences que je vais décrire ont été faites : 1-6 avec le sulfate *a*, quatre fois précipité à l'état hydraté; 7-10, avec le sulfate *b*, qui est resté dissous dans l'eau mère du sel *a*. La solution du sel *a* cristallisa à 15° et déposa de grands cristaux brillants, tandis que la solution du sulfate *b* donna, à 25°, des cristaux moins considérables et opaques. Les sulfates cristallisés perdent leur eau de cristallisation à une température peu élevée, donnant du sulfate anhydre qui, chauffé à blanc, laisse un résidu de thorine pure. Le sel *a* correspondait parfaitement à la formule $Th\,2SO^4 + 9H^2O$; soigneusement séché, il était inaltérable à l'air. Le sulfate anhydre étant, au contraire, assez hygroscopique, j'ai préféré partir du sel cristallisé; mais ce fut impossible pour le sel *b*, qui ne contenait que 8^{mol} d'eau, parce qu'il absorba un peu d'humidité de l'air pendant la pesée. C'est pourquoi je suis parti, dans les expériences 7-10, du sulfate anhydre qui en était extrait.

Sulfate a.

	Eau.	SO^3.		ThO^2	Équivalent du métal.	Poids atomique.
Moyenne de 6 essais..	27,573	27,336	54,909	45,091	58,11	232,43

Sulfate b.

Moyenne de 4 essais..	»	37,703	»	62,297	58,09	232,3

» Ces chiffres nous permettent de conclure : 1° que les sulfates *a* et *b* contiennent un métal exactement du même équivalent; 2° que le sulfate du thorium, préparé selon la méthode que nous avons exposée dans une Note précédente, était d'une homogénéité incontestable; 3° que l'équivalent de thorium est égal à 58,10, si celui de l'oxygène est égal à 8 et du soufre égal à 16. Une détermination de la chaleur spécifique du métal décidera bientôt, je l'espère, quel multiple on doit prendre définitivement pour le poids atomique. Quant à présent, je l'admets quadrivalent.

» Les déterminations anciennes du poids atomique de thorium ont amené des nombres si divergents, qu'il suffit de les citer pour prouver qu'on ne peut les regarder que comme des expressions approximatives de la

valeur cherchée : ainsi, l'analyse du sulfate simple et double de Berzelius, en 1829, conduit aux nombres 239,52, 235,43, 236,99 et 240,20; M. Chydenius tire, en 1861, de l'analyse du sulfate, de l'acétate, du formiate, de l'oxalate, les valeurs 237,40, 237,40, 241,80, 231,39; M. Delafontaine est arrivé, en 1863, aux nombres 232,11, 234,48, 229,05, 229,25, 235,40, à la suite de ses nombreuses analyses du sulfate.

» En dernier lieu (1874), M. Clève a publié deux séries de déterminations bien correspondantes. Dans l'une, il a obtenu le nombre 233,8 par la calcination du sulfate anhydre; dans l'autre, il a trouvé le nombre 233,96, en oxydant l'oxalate Th, $2C^2O^4 + 2H^2O$ par l'oxygène, et en dosant l'acide carbonique produit et la thorine qui restait après la combustion : son calcul se basait sur le rapport $4CO^2 : ThO^2$. Il admet ainsi le nombre 234 comme poids atomique du thorium.

» Après avoir éliminé soigneusement toutes les erreurs de pesée, et prouvé, d'ailleurs, que le sulfate employé pour mes déterminations était parfaitement homogène, je crois qu'on peut admettre le nombre tiré de mes recherches comme l'expression la plus correcte pour l'équivalent du thorium. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la benzylène orthotoluidine et la méthylphénanthridine.* Note de M. **A. Étard**, présentée par M. Cahours.

« I. Depuis longtemps on sait que les aldéhydes réagissent sur les amines des séries grasse et aromatique; mais, dans ce dernier cas, la nature des produits formés n'est pas établie d'une manière indiscutable.

» Laurent et Gerhardt, en faisant réagir l'aldéhyde benzoïque sur l'aniline, obtinrent une certaine quantité d'eau dont la formation était accompagnée de celle d'un produit bouillant à une température élevée, difficilement soluble dans les acides qui le décomposent en aldéhyde génératrice et aniline; ils ont nommé ce corps *benzylène-aniline*, et l'ont formulé C^6H^5Az, C^7H^6. Depuis, sans avoir pris le point d'ébullition de ce corps ou déterminé sa densité de vapeur, on a doublé sa formule; il a reçu le nom de *dibenzylène-diphényldiamine*.

» J'ai examiné récemment ces questions à un point de vue différent, celui de la synthèse des alcaloïdes pyridiques, et j'ai particulièrement étudié la *benzylène-orthotoluidine*, à laquelle ses propriétés et sa densité de vapeur assignent une formule non doublée, tout à fait comparable à celle qu'avaient admise Laurent et Gerhardt pour la benzylène-aniline.

» Lorsqu'on mélange à molécules égales l'orthotoluidine et l'aldéhyde benzoïque, il y a dégagement de chaleur et séparation d'eau; le produit séché et soumis à la distillation passe à 314° (non corrigé) et renferme :

	Trouvé.	Calculé.
C	85,7	86,1
H	7,0	6,6
Az	7,1	7,3
Densité de vapeur.	6,4	6,7

Les données ci-dessus assignent à ce corps la formule $C^{14}H^{13}Az$, soit

$$\begin{array}{l} C^6H^4(CH^3) - Az \\ \qquad\qquad // \\ C^6H^5 - CH. \end{array}$$

» Je désignerai ce corps sous le nom de *benzylène-orthotoluidine*. Cette matière, qui ne renferme pas d'oxygène, présente la propriété singulière de réagir comme une aldéhyde en présence de l'eau. En effet, ce liquide la décompose, surtout à l'ébullition, en vertu d'une équation inverse de celle qui lui a donné naissance; on recueille alors de l'aldéhyde benzoïque et de la toluidine. La benzylène-orthotoluidine se prend en masse en quelques heures au contact du bisulfite sodique, avec formation de benzoylsulfite de sodium. L'acide chlorhydrique concentré dissout la benzylène-toluidine et l'eau précipite de l'essence d'amandes amères de cette solution. Le liquide concentré, soumis à la cristallisation, dépose de belles aiguilles que j'ai analysées complètement et qui sont formées de chlorhydrate d'orthotoluidine pur. J'ai également préparé un chloroplatinate cristallisé, qu'on pourrait prendre pour le sel de la benzylène-orthotoluidine; mais l'analyse montre que c'est du chloroplatinate de toluidine.

» La benzylène-toluidine, surnageant un bain d'acide azotique concentré, se prend très vite en une masse de cristaux, qui ne sont autres que de l'azotate de toluidine pur.

» II. La réaction la plus intéressante de la benzylène-orthotoluidine est celle que fournit la distillation sèche. Si l'on fait tomber goutte à goutte cette base dans un tube de fer chauffé au rouge-cerise, il se fait très peu de produits accessoires, mais on observe simultanément deux dédoublements; l'un donne naissance à du toluène et à du benzonitryle :

$$\begin{array}{l} CH^3 - C^6A^4 - Az \\ \qquad\quad C^6H^4 - \overset{\parallel}{CH} \end{array} = C^6H^5CH^3 + C^6H^5 - CAz.$$

Dans l'autre, la matière se scinde en hydrogène et en une base $C^{14}H^{11}Az$, la méthylphénanthridine :

$$\begin{matrix} CH^3 - C^6H^4 - Az \\ C^6H^4 - \overset{\|}{C}H \end{matrix} = H^2 + \begin{matrix} CH^3 - C^6H^3 - Az \\ \overset{|}{C^6}H^4 - \overset{\|}{C}H. \end{matrix}$$

Cette base est au méthylphénanthrène ce que la pyridine est à la benzine; selon la même comparaison, elle représente le méthylphénanthrène dans lequel le groupe acétylène est remplacé par CAzH.

» Pour isoler la nouvelle base, on traite le produit de la distillation sèche par la vapeur d'eau, qui entraîne le toluène et le benzonitryle, puis on distille le résidu et l'on recueille les produits qui se concrètent dans le col de la cornue. Ceux-ci, purifiés par cristallisation dans l'éther et compression dans des doubles de papier, puis fondus, constituent le corps cherché.

» La *méthylphénanthridine* bout au-dessus de 360°, elle fond à 170° et se solidifie en une masse cristalline radiée. Cette matière est peu soluble dans l'alcool, insoluble dans l'eau, très soluble dans l'éther. L'acide chlorhydrique aqueux ne la dissout pas; en solution alcoolique, il engendre un chlorhydrate qui, par son contact avec le bichlorure de platine, donne un chloroplatinate cristallisé.

» L'analyse a donné les nombres suivants :

	Trouvé.	Calculé.
C.............	87,2	87,0
H.............	6,1	5,7
Az.............	6,9	7,2

» Les toluidines ortho et para m'ont encore donné des résultats de même ordre avec d'autres aldéhydes, et je compte revenir bientôt sur ces réactions, qui permettront de préparer facilement de nombreuses bases phénanthréniques et quinoléiques. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la réduction des nitrates dans la terre arable.* Deuxième Note de MM. **Dehérain** et **Maquenne**, présentée par M. Pasteur.

« Nous avons montré, dans une Note précédente, que les nitrates se réduisent facilement à froid dans une terre arable riche en matière organique et maintenue dans une atmosphère confinée; pour trouver à quelles causes il convient de rapporter cette réduction, qui se produit assez difficilement dans des mélanges artificiels, nous nous sommes inspirés des études

qui avaient pour objet la nitrification, phénomène précisément inverse de celui qui nous occupait.

» On se rappelle que M. Boussingault a reconnu depuis longtemps déjà que des mélanges considérés comme essentiellement propres à fournir des nitrates restaient inertes tant qu'ils n'étaient pas additionnés de terre arable; cette importante observation fut l'origine du travail remarquable dans lequel MM. Schlœsing et Müntz ont découvert que la nitrification était due à une véritable fermentation.

» Pour le démontrer, les savants chimistes de l'Institut agronomique ont établi :

» 1° Qu'une terre capable de produire des nitrates perdait cette propriété quand elle était chauffée au delà de 100°;

» 2° Que la nitrification s'arrêtait dans une terre soumise à l'action des vapeurs de chloroforme;

» 3° Qu'une terre stérilisée par l'action de la chaleur retrouvait la propriété de nitrifier quand on la mélangeait avec de petites quantités de terre nitrifiante.

» Nous avons imité point pour point cette manière d'opérer, que les travaux de M. Pasteur ont rendue classique, en reconnaissant chaque fois la présence ou l'absence des nitrates à l'aide d'une dissolution sulfurique de sulfate ferreux.

» Première série d'expériences. — *Une terre perd la propriété de réduire les nitrates quand elle a été chauffée.* — 20^{gr} de terre de jardin naturellement salpêtrée ont été placés dans des tubes qu'on a scellés à la lampe, puis chauffés pendant plusieurs heures de 110° à 120°; après un mois, toutes ces terres renfermaient encore des quantités sensibles de nitrates, tandis qu'ils avaient disparu de terres placées dans des tubes semblables, mais qui n'avaient pas été chauffés.

» Il est important de ne pas opérer sur une grande masse de terre, difficile à échauffer uniformément dans toutes ses parties; on ne réussit que rarement à stériliser une terre placée dans un flacon de 250^{cc}, qu'on maintient au bain de chlorure de calcium pendant plusieurs heures.

» Deuxième série d'expériences. — *Une terre soumise à l'influence des vapeurs de chloroforme cesse de réduire les nitrates.* — La terre qui a servi aux expériences précédentes est placée dans des tubes, qu'on scelle à la lampe après y avoir introduit quelques gouttes de chloroforme; après plusieurs mois, les nitrates persistent, bien que la matière organique se soit partiellement brûlée; en effet, on vide à la trompe un tube renfermant de la terre

chloroformée : on n'y trouve plus d'oxygène, mais une forte proportion d'acide carbonique; les nitrates avaient persisté.

» TROISIÈME SÉRIE D'EXPÉRIENCES. — *Des terres qui ont perdu la propriété de réduire les nitrates par l'action de la chaleur les réduisent de nouveau quand elles ont été ensemencées de terre normale.* — Des terres chauffées et dans lesquelles il existe encore des nitrates sont mélangées à une petite quantité de terre normale, puis soustraites à l'action de l'air dans des tubes scellés; après quinze jours les nitrates ont disparu; il semble que l'agent qui détermine la réduction des nitrates soit assez répandu, car il a suffi parfois d'ouvrir un tube chauffé renfermant encore des nitrates et de placer la terre dans un autre tube qu'on scelle à la lampe pour voir la réduction s'effectuer.

» L'ensemble de ces épreuves nous a conduits à rapprocher le phénomène de réduction des nitrates de celui qui détermine leur formation; le ferment réducteur paraît être anaérobie, car nous n'avons jamais obtenu la réduction que dans des atmosphères dépouillées d'oxygène.

» Si l'on se rappelle que, d'après M. Schlœsing, la nitrification se produit encore, bien qu'avec une moindre énergie, dans des atmosphères très pauvres en oxygène, tandis que la réduction n'a lieu qu'en l'absence complète de ce gaz, il est peu probable que cette réduction se produise habituellement dans les terres arables; il est vraisemblable dès lors que les pertes d'azote qu'elles manifestent souvent sont dues plutôt à la formation de nitrates entraînés dans les eaux souterraines qu'à la réduction des nitrates et au dégagement de leur azote à l'état libre. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'action convulsivante du curare.* Note de M. COUTY, présentée par M. Vulpian.

« On sait depuis longtemps que le curare peut déterminer, avant les accidents de paralysie, des troubles divers d'excitation; mais, si l'on excepte un de ces troubles, la salivation, on n'a pas insisté beaucoup sur la valeur de ces phénomènes et sur leur mécanisme.

» En utilisant, sur des chiens, des extraits peu actifs de *strychnos triplinervia*, ou de petites doses de certains produits des Indiens, j'ai pu isoler complètement ces symptômes, si bien que l'animal présentait pendant dix et vingt minutes une phase nouvelle de l'intoxication.

» D'abord, il s'agitait, sautant, se grattant, se léchant, criant comme s'il

était hyperesthésié; puis il était en proie à des secousses quasi-choréiques ou à des tremblements; son cœur se modifiait, ralenti ou accéléré; ses pupilles se dilataient ou présentaient des alternatives de dilatation et de rétrécissement; il se produisait quelquefois des vomissements, des mictions ou des défécations, et toujours du larmoiement ou de la salivation; enfin, les températures centrales et périphériques augmentaient, en même temps que l'on constatait une hyperexcitabilité légère des muscles et quelquefois des nerfs des membres ou des nerfs pneumogastriques.

» Il est vrai qu'avec d'autres curares des Indiens, différemment actifs, malgré toutes les précautions prises pour bien graduer les injections successives sous la peau, il a été impossible de prolonger cette période d'excitation; après un peu d'agitation, un commencement d'hypersécrétions et quelques secousses, les chiens se sont paralysés des membres et de la respiration, et les muscles et les nerfs sont devenus rapidement moins excitables; mais les deux ordres de symptômes ont alors coexisté pendant plus ou moins longtemps, et, comme l'ont vu Schiff, Vulpian, Bert, les chiens déjà paralysés présentaient des secousses fibrillaires ou tremblées dans les membres, dans la face ou sous la peau; et l'on observait de la salivation, du larmoiement, comme aussi les mêmes troubles cardiaques et pupillaires.

» Du reste, que les symptômes d'excitation soient isolés ou qu'ils se mêlent avec la paralysie commençante, leur mécanisme reste le même. Voici ce que j'ai observé. Sur des chiens capables de marcher et de se défendre, agités de grandes contractions choréiques des membres et du corps, je sectionnai un nerf sciatique et je crus voir que la patte correspondante n'avait plus de secousses; mais les résultats de l'observation étaient peu nets, à cause des mouvements communiqués par le corps ou la cuisse, et je répétai l'expérience sur d'autres chiens paralysés dont les secousses moins fortes se limitaient aux membres et à la face; alors, en coupant à la fois le nerf crural et le sciatique et en fixant légèrement les genoux, j'acquis la certitude que la section des nerfs faisait disparaître les secousses dans les muscles correspondants.

» Je fus ainsi amené à répéter pour le curare les expériences classiques de Magendie sur la strychnine.

» Si l'on découvre rapidement la moelle dorsale sur un chien agité par le curare et si l'on détruit le fragment dorso-lombaire, les secousses du train postérieur disparaissent; si l'on enfonce la tige de baleine dans le fragment antérieur, on voit les secousses des membres antérieurs cesser à leur tour;

si l'on enfonce davantage en pratiquant au préalable la respiration artificielle, la face elle-même devient immobile. Si l'on fait ensuite l'autopsie de la moelle, on constate souvent que la destruction a été incomplète; la baguette de verre ou de baleine laissée en place a produit une compression qui a suffi à arrêter les contractions des muscles.

» On peut réaliser d'une autre façon des constatations plus précises : ainsi, sur cinq chiens, j'ai lié la moelle dorsale ; deux d'entre eux conservèrent des fonctions à peu près normales dans les deux fragments médullaires, et sur ceux-là l'injection par la saphène de très petites doses de curare détermina des secousses à peu près égales dans les diverses parties du corps ; chez les trois autres, la réflectivité du segment postérieur diminua, tandis que le segment antérieur devint plus excitable, et dans ces conditions la même injection du même curare laissa le train postérieur complètement immobile, tandis que l'antérieur était agité de tremblements très forts, véritablement choréiques.

» Les phénomènes d'excitation musculaire produits par le curare dépendent donc du bulbe, de la moelle et de l'état de leurs fonctions; mais cette dépendance très intime présente des caractères spéciaux qui distinguent l'excitation curarique de celle de l'asphyxie ou de la strychnine.

» Ces derniers agents déterminent des convulsions tant que la moelle est capable de réflexes, tandis que les secousses curariques disparaissent dès que l'on diminue l'excito-motricité par d'assez fortes doses de chloral, par la ligature de la moelle ou même par d'autres lésions nerveuses. De même les convulsions violentes de l'asphyxie et de la strychnine sont suivies de paralysie, tandis que, comme on le sait, les légers phénomènes d'excitation curarique laissent à peu près intactes les fonctions des centres nerveux; sur l'animal paralysé par le curare, au moment où les secousses ont complètement cessé, quelques réflexes sont encore possibles, comme aussi l'injection de strychnine ou l'arrêt de la respiration peuvent déterminer de nouvelles contractions des muscles. Le curare est donc pour la moelle et le bulbe un excitant peu énergique, très inférieur à la strychnine, insuffisant pour entraîner des troubles paralytiques secondaires, comme aussi incapable d'agir si les fonctions nerveuses sont déjà légèrement diminuées.

» Cette action des petites doses de poison n'est du reste pas bornée aux centres nerveux; et d'autres troubles de cette période paraissent avoir leur origine à la périphérie. Sur des chiens dont les contractions cardiaques avaient été ralenties par une injection brusque dans la veine, j'ai pu couper

les pneumogastriques et j'ai vu le ralentissement persister : en renversant l'expérience, j'ai injecté du curare sur des animaux dont les pneumogastriques étaient déjà sectionnés, et j'ai constaté les modifications habituelles des mouvements du cœur ou de l'excitabilité des fibres d'arrêt qui s'y rendent.

» Je n'ai pas fait de recherches sur le mécanisme des autres phénomènes d'excitation curarique; mais ces faits suffisent à montrer qu'au début de l'intoxication les appareils musculaires ou glandulaires présentent divers symptômes de stimulation, complètement différents des symptômes de paralysie observés plus tard; comme aussi ils nous renseignent sur le mécanisme central et médullaire de quelques-uns des troubles primitifs de cette intoxication.

» Le curare n'est donc pas seulement un poison paralysant, il est encore et en premier lieu légèrement convulsivant : le curare n'est pas uniquement un poison périphérique, il est aussi, dans une certaine mesure, un poison des centres nerveux, et l'on ne peut réduire à des termes simples le mécanisme de son action. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Des parasites du sang dans l'impaludisme.* Note de M. A. LAVERAN. (Extrait.)

« Dans une première Note, communiquée à l'Académie le 24 octobre 1881, j'ai annoncé que j'avais trouvé à Constantine, dans le sang des malades atteints d'impaludisme, des parasites dont j'ai donné une description sommaire. Depuis lors, des faits nombreux sont venus confirmer les premiers; ces parasites ont été retrouvés par d'autres observateurs et en d'autres lieux. Le nombre des malades dans le sang desquels j'ai constaté la présence de ces parasites est aujourd'hui de 300.

» J'ai dit précédemment que, pour observer les parasites de l'impaludisme, il importe d'examiner le sang au début des paroxysmes fébriles et chez des malades qui ne sont pas soumis à la médication quinique.

» .... La relation qui existe, entre la présence dans le sang des nouveaux parasites que j'ai décrits et les accidents de l'impaludisme, me paraît indiscutable. En effet, ces parasites, très bien caractérisés au point de vue morphologique, existent toujours dans le sang de malades atteints de fièvre palustre, et ne se rencontrent jamais dans le sang de malades atteints d'affections étrangères à l'impaludisme. La présence de pigment dans le sang a été signalée, d'ailleurs, depuis Frerichs, comme un des principaux carac-

tères de l'impaludisme, et la relation qui existe entre ce pigment et les parasites n'est pas douteuse.

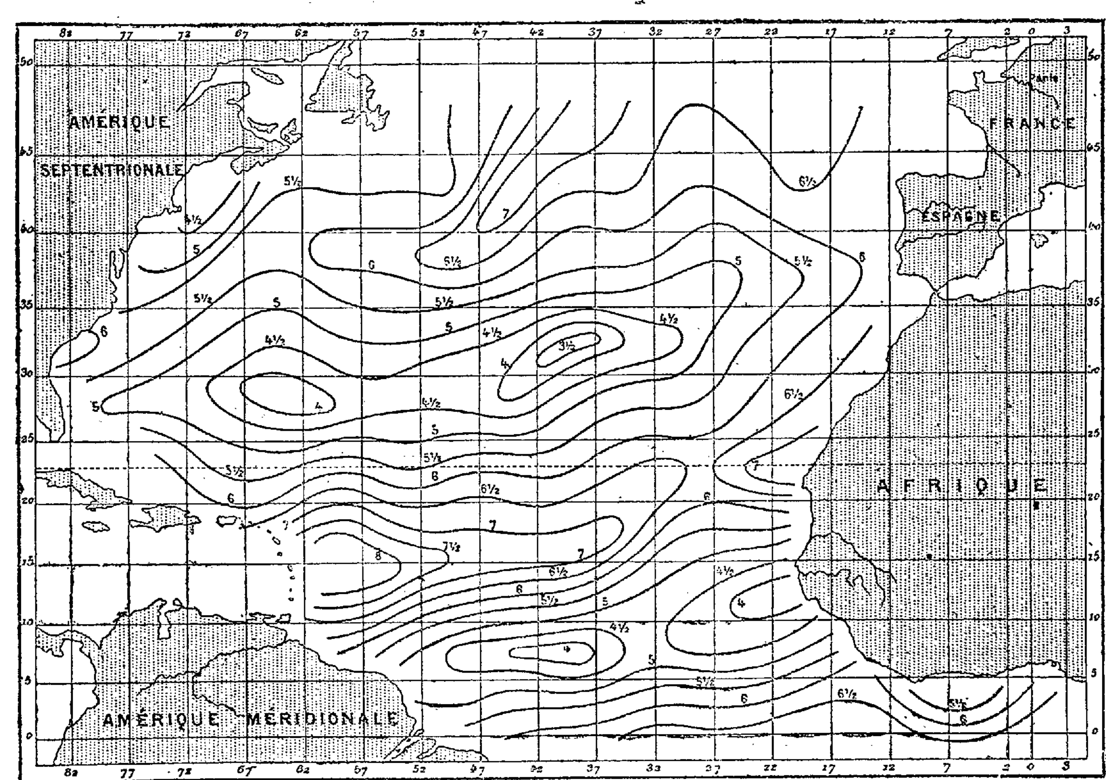
» Je ne suis pas encore arrivé à reconnaître, dans le milieu extérieur, les germes dont le développement dans l'économie donne naissance aux éléments parasitaires que j'ai décrits; il est probable que ces germes existent dans l'air et surtout dans l'eau des localités palustres, sous la forme de granulations très difficiles à déterminer. »

MÉTÉOROLOGIE NAUTIQUE. — *Les isanémones d'été dans l'Atlantique nord.* Note de M. L. **Brault**.

« J'appelle *isanémones* les courbes d'égale vitesse du vent.

» En construisant les courbes d'égale vitesse du vent dans l'Atlantique nord pour la saison d'été, j'ai obtenu la Carte ci-dessous, qui me paraît

Carte des isanémones d'été.



Les chiffres qui accompagnent les courbes représentent la vitesse du vent en mètres par seconde.

très remarquable, en ce sens qu'elle reproduit presque exactement la Carte des isobares moyennes.

» Ainsi, pendant la saison d'été, c'est-à-dire alors que l'atmosphère est le plus stable sur le grand bassin de l'Atlantique nord, les *isanémones moyennes* et les *isobares moyennes* sont les mêmes, à des différences près égales aux erreurs possibles d'observation et de construction.

» Reste à savoir dans quelle mesure cette loi, vérifiée pour l'Atlantique nord, est générale : c'est ce que de nouvelles recherches nous permettront sans doute un jour d'établir. »

ZOOLOGIE. — *Sur les constructions turriformes des Vers de terre de France.* Note de M. **E.-L. Trouessart**, présentée par M. Alph.-Milne Edwards. (Extrait.)

« A la suite de la lecture du livre de Darwin sur le *Rôle des Vers de terre dans la formation de la terre végétale,* j'ai été amené à examiner les traces du travail de ces animaux, dans les jardins des environs d'Angers. Je n'ai pas été médiocrement surpris de trouver, au milieu des amas de déjections informes que tout le monde connaît, une grande quantité de *déjections turriformes,* absolument semblables, de forme et de taille, à celle qui est figurée à la page 87 de la traduction française du Livre de Darwin, et qui est attribuée à une espèce exotique de *Perichæta,* naturalisée dans les environs de Nice.

» Les déjections turriformes que j'ai recueillies ont de $0^{m},05$ à $0^{m},08$ de haut sur $0^{m},03$ de diamètre moyen : plusieurs sont encore plus régulières que ne l'indique Darwin, mais formées, de la même manière, de gros *tortillons* d'un ciment argilo-calcaire, noir au moment de sa production, et devenant d'un gris jaunâtre assez clair en se desséchant : cette terre est fortement agglutinée par un mucus et résiste longtemps à la pluie. Toutes les tours étaient percées intérieurement d'un conduit cylindrique, moulé sur la forme du corps du Ver, et terminé supérieurement en cône, à quelques millimètres du sommet de la tour. Ce canal m'a paru correspondre, dans la plupart des cas, à la galerie souterraine où se tient généralement le Ver, et n'en être qu'une sorte de continuation en ligne directe au-dessus du sol.

» A la suite de la période de pluie de la fin de septembre, tous ces conduits étaient parfaitement libres ; mais quelques jours après, le temps étant devenu sec, on les trouvait obstrués par des déjections récentes : il est évident que, la calotte de cette petite tour s'étant durcie à l'air, il est arrivé un moment où le Ver, ne pouvant plus rompre la paroi supérieure,

comme il le faisait auparavant pour rejeter ses déjections au dehors et accroître en même temps la hauteur de la tour, a dû déposer ses déjections dans le canal, qui s'est ainsi rapidement comblé. Une longue période de pluie est donc nécessaire pour que ces tours puissent s'élever régulièrement.

» Il est probable que ces tours servent, avant tout, à protéger les galeries qu'elles recouvrent contre l'invasion de la pluie. On peut supposer aussi que les Vers y viennent respirer à l'abri de l'humidité, et sans être vus des oiseaux qui pourraient les dévorer.

» Reste à savoir quelle est l'espèce de Ver qui construit ces tours. Darwin dit formellement qu'il n'a jamais vu, en Angleterre, de constructions de cette forme : les seules qu'il ait eu l'occasion d'étudier lui avaient été envoyées de Nice, et sont l'œuvre d'une ou de plusieurs espèces de *Perichæta*, orginaires de l'Asie orientale, et transportées, puis naturalisées dans le sud de la France. M. E. Perrier, de son côté, a constaté que plusieurs espèces de *Perichæta* se sont acclimatées dans les jardins, près de Montpellier et à Alger; mais il ne dit rien de leurs constructions turriformes. Je crois être le premier à signaler la présence de ces constructions dans le centre de la France.

» Ma première idée fut que j'avais affaire à quelque espèce de *Perichæta*, importée d'ailleurs. Pour m'en assurer, j'ai fait recueillir et j'ai recueilli moi-même, notamment au Jardin botanique d'Angers, un grand nombre de Vers, de préférence près des endroits où les déjections turriformes se montraient en abondance. La plupart étaient des *Lumbricus agricola* (Hoffm.), en petit nombre des *L. communis* (Hoffm.) : pas un seul ne se rapportait au genre *Perichæta*, ou à tout autre genre exotique. Dans deux ou trois circonstances, il a été possible de surprendre le Ver dans sa tour : si l'on saisit brusquement une déjection encore molle, en l'écrasant entre les doigts, on peut quelquefois pincer le Ver et l'arracher de son trou. Les Vers pris de cette manière étaient des *Lumbricus agricola*, et c'était la partie antérieure du corps qui était logée dans la tour.

» Il est donc hors de doute que le *Lumbricus agricola*, espèce commune par toute la France, construit des tours absolument semblables à celles des *Perichæta* naturalisés près de Nice. Jusqu'à présent je n'ai pu savoir si le *L. communis* et les autres espèces du genre Lombric ont la même habitude.... »

M. E. Gautrelet adresse, de la Flèche, une Note relative à l'agent antiseptique qui a été considéré comme un *glycoborate de soude*.

D'après l'auteur, le corps auquel M. G. Le Bon a donné le nom de *glycoborate de soude* n'est pas un sel défini, mais un mélange formé de monoborine (éther monoborique de la glycérine), de sous-borate de soude et de glycérine. L'auteur se propose de rechercher si les propriétés antiseptiques de ce mélange sont dues à la monoborine ou au sous-borate alcalin.

M. L. Lalanne, en présentant à l'Académie, au nom de M. *Alf. Durand-Claye*, une Carte, accompagnée d'un texte explicatif, avec le titre « Accroissement de la population dans le département de la Seine et dans les parties limitrophes du département de Seine-et-Oise », s'exprime comme il suit :

« Il s'agit ici d'une nouvelle application de ce système de constructions graphiques, dont l'idée première est empruntée aux plans qui expriment le relief du terrain, et où tous les points dont la position est déterminée sur la figure par deux variables indépendantes, dont l'ensemble correspond à la même valeur de la troisième variable, sont réunis par des courbes *isoplèthes*, ou d'égal élément.

» Le recensement du 17 décembre 1881 a mis en évidence l'augmentation de la population du département de la Seine, depuis le recensement de 1876. M. Durand-Claye, pensant avec raison que l'accroissement relatif offre plus d'intérêt que l'accroissement absolu, ne s'est servi des chiffres donnés par le dernier recensement que pour en déduire, pour chacun des 20 arrondissements de Paris, pour chacune des 71 communes des arrondissements de Saint-Denis et de Sceaux, l'augmentation par 100 habitants qui résulte de la comparaison des recensements de 1876 et de 1881. Il a même étendu ses calculs aux communes limitrophes en dehors du département de la Seine. A chacun des centres des localités marquées sur la carte à l'échelle de $\frac{1}{80\,000}$, il a imaginé une ordonnée verticale proportionnelle à l'accroissement relatif de la population. Une surface continue qui passerait par les extrémités snpérieures de toutes ces ordonnées constituerait, au-dessus du plan de la carte, un relief tout à fait comparable à celui que présente la surface d'un pays accidenté. En traçant sur cette surface des courbes de niveau équidistantes et cotées, ces *isoplèthes* peignent immédiatement à l'œil les variations d'accroissement dans l'ensemble du périmètre étudié. En couvrant le plan de teintes dont l'intensité croît avec les hauteurs, on rend l'effet plus sensible. On y observe des *pics* et des *vallées*, des *encuvements*, etc., comme sur un véritable plan topographique.

Dans les points où, au lieu d'une augmentation, on aurait eu à relever une diminution, les ordonnées auraient été négatives et comptées au-dessous du plan de comparaison.

» Les régions correspondantes avec leurs isoplèthes pourraient recevoir une teinte bleue d'une intensité variable par analogie avec les ondulations des bords immergés et du fond d'un lac ou d'une mer. Ce cas ne s'est pas présenté dans la comparaison des deux recensements; ou du moins les diminutions constatées dans deux des arrondissements du centre de Paris, (le IIe, 2 pour 100; le VIIe, 3 pour 1000), sont si faibles, qu'on a cru pouvoir n'en pas tenir compte.

» Ce tribut, apporté aux documents que possède déjà la statistique graphique, n'est pas le premier du même genre. Il y a déjà plus de huit ans que notre regretté confrère Belgrand présentait à l'Académie, au nom de M. l'ingénieur Vauthier, une carte d'une exécution remarquable, donnant les courbes d'égale population spécifique dans l'étendue de la ville de Paris, et y signalait les analogies qu'elle offre avec une carte purement topographique (*Comptes rendus*, t. LXXVIII, p. 264).

» Mais, vingt-huit ans auparavant (le 17 février 1845), on avait déjà soumis à l'Académie l'idée d'une carte sur laquelle la répartition de la population serait exprimée par des courbes d'égale population spécifique cotées, les cotes indiquant le nombre d'habitants par kilomètre carré sur toute l'étendue des lignes auxquelles elles s'appliquent. « Semblable à un plan » topographique », disait-on dès lors, « cette carte présenterait des ondu- » lations, des sommets escarpés, des cratères, des cols, des vallées » (*Comptes rendus*, t. XX, p. 438), annonçant ainsi d'avance les caractères que M. Vauthier d'abord, que M. Durand-Claye actuellement ont signalés presque dans les mêmes termes. Ils ont, l'un et l'autre, loyalement reconnu la priorité acquise à l'auteur d'une idée émise depuis plus de trente-sept ans aujourd'hui. Celui-ci doit à son tour, comme il l'a déjà fait ailleurs (*Méthodes graphiques*, Imprimerie nationale, 1878), rapporter l'honneur du premier exposé dogmatique qui ait été fait de la liaison qui existe entre les tables à double entrée et la représentation des surfaces sur un plan, à un géomètre, « dont », comme l'a dit notre éminent Secrétaire perpétuel M. J. Bertrand, « l'admirable dévouement à propager la Science et l'ardeur à » provoquer les travaux d'autrui laissaient oublier quelquefois toute l'ori- » ginalité, Olry Terquem. » (*Eloge de G. Lamé*, 1878). »

M. Larrey transmet à l'Académie, de la part de M. de Lesseps, quelques documents, extraits du *Star and Herald*, sur la construction de l'hôpital de Panama, par la Compagnie du canal.

« Cet hôpital se compose d'un groupe de bâtiments élevés, près de la ville, dans la position la plus favorable, eu égard à la nature du climat. Chacun de ces bâtiments comprend plusieurs salles, régulièrement séparées les unes des autres, de la contenance de vingt-quatre lits chacune. Les principales dépendances, comme la salle de garde ou d'admission, la pharmacie centrale, la cuisine et ses annexes, se trouvent en communication facile avec les salles de l'établissement. Son ensemble forme le service de l'hôpital et même le matériel des ambulances. Les conditions d'hygiène les meilleures assurent à cet hôpital l'isolement des différentes catégories de malades, l'aération et l'entretien des salles, la promptitude des secours et l'activité de la surveillance, tous les avantages, en un mot, d'une fondation si nécessaire aux grands travaux du canal interocéanique. »

La séance est levée à 4 heures et demie. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 23 octobre 1882.

L'étude et les progrès de l'hygiène en France de 1878 à 1882; par MM. H. Napias et A.-J. Martin, avec une préface par M. le prof. Brouardel. Paris, G. Masson, 1882; in-8°. (Présenté par M. Bouley pour le Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, de l'année 1883.)

Manuel sur la rage, sous forme de lectures, spécialement destiné aux enfants des écoles; par E. Warnesson. Versailles, imp. Cerf et fils, 1882; in-12. (Présenté par M. Bouley.)

Le préhistorique. Antiquité de l'homme; par G. de Mortillet. Paris, C. Reinwald, 1883; 1 vol. in-12, relié. (Présenté par M. A. Gaudry.)

Discours prononcé le 20 août 1882, à l'inauguration de la statue de Pierre

Fermat, à Beaumont-de-Lomagne; par M. l'abbé LARRIEU. Auch, impr. Cocharaux, 1882; br. in-8°.

De la pêche dans le golfe de Marseille et du dépeuplement de ses eaux; par L. BORRELLY. Marseille, impr. Samat, 1882; in-4°.

Bulletin météorologique du département de l'Hérault, publié sous les auspices du Conseil général; année 1882. Montpellier, typogr. Boehm, 1882; in-4°.

Die Lehre von der Elektricität; von G. WIEDEMANN; erster Band. Braunschweig, Fr. Wieweg, 1882; in-8°.

Mittheilungen der Kais. und Kön. geographischen Gesellschaft in Wien, 1881; XXIV Band (der neuen Folge XIV). Wien, Zamarski, 1881; in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 30 OCTOBRE 1882.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE. — *Remarques sur la théorie des chocs;* par M. **H. Resal.**

« Dans ma Communication du 9 de ce mois, j'ai démontré que, dans le choc de deux sphères libres quelconques, la direction du frottement reste constante pendant la durée du choc, ce qui me paraissait être une généralisation d'un théorème de Coriolis établi seulement dans le cas de deux sphères identiques.

» J'avais perdu de vue que notre confrère, M. Phillips, avait donné une extension plus considérable au théorème dont il s'agit dans une Thèse insérée en 1849 au *Journal de Mathématiques pures et appliquées*. Dans ce travail, il donne notamment les intégrales des équations indépendantes du degré d'élasticité des corps lorsque ces corps possèdent, au point de choc, des ellipsoïdes d'inertie dont l'axe est la normale, et que cet axe passe par les deux centres de gravité. Il résulte de l'une de ces intégrales que, quand il existe une certaine relation entre les masses et les moments d'inertie principaux des deux corps, à laquelle les sphères satisfont comme cas particulier, la direction du frottement reste constante pendant la durée du choc.

» M. Phillips a de plus indiqué, sans la développer, une manière de traiter la question du choc des corps imparfaitement élastiques, en admettant que l'impulsion de l'action mutuelle normale dans la seconde partie du choc est une fraction de l'impulsion semblable relative à la première partie.

» Je vais me placer à ce point de vue et considérer le choc direct de deux corps animés de mouvements de translation parallèles.

» Soient

M, M' les masses;
V_0, V'_0 les vitesses avant le choc;
V_1, V'_1 les vitesses après le choc du corps choquant et du corps choqué;
U la vitesse commune de ces corps à l'instant de leur plus grande compression;
J l'impulsion de la pression exercée par M sur M' pendant la durée de la première partie du choc;
νJ l'impulsion semblable relative à la seconde partie.

» On a

$$M(V_0 - U) - J = 0,$$
$$M(U - V_1) - \nu J = 0,$$

d'où

$$(1) \quad \begin{cases} V_1 - U = \nu(U - V_0), \\ \text{et de même} \\ V'_1 - U = \nu(U - V'_0), \end{cases}$$

ou encore

$$(2) \quad \begin{cases} V_1 = V_0 - (1 + \nu)\dfrac{M'(V_0 - V'_0)}{M + M'}, \\ V'_1 = V'_0 - (1 + \nu)\dfrac{M(V'_0 - V_0)}{M + M'}, \end{cases}$$

en remarquant que

$$U = \frac{MV_0 + M'V'_0}{M + M'}.$$

Ces dernières formules sont identiques à celles que j'ai reproduites vers la fin de ma Communication du 25 septembre, en posant $1 + \nu = \frac{2}{1 + \varepsilon}$.

» L'hypothèse de M. Phillips est très séduisante par sa simplicité, et je suis tout disposé à l'appliquer, quand le temps me le permettra, à la solution des divers problèmes du jeu de billard que j'ai déjà traités. Toutes les intégrales que j'ai obtenues restent; seulement l'équation des forces vives

devra être remplacée par deux équations correspondantes, relatives à la première et à la seconde partie du choc, entre lesquelles on éliminera l'impulsion de l'action normale au point de choc, et l'on n'aura plus qu'à exprimer que, à l'instant de la plus grande compression, les vitesses normales en ce point sont égales. »

PHYSIQUE. — *Résultats des expériences faites à l'Exposition d'électricité sur les machines et les régulateurs à courant continu;* par MM. **Allard, Joubert, F. Le Blanc, Potier** et **H. Tresca**.

« Le Tableau qui résume les principaux résultats de ces expériences est seulement accompagné, dans cette Note, d'un petit nombre d'observations.

» Ce que nous appellerons *cheval électrique* et, en particulier, *cheval d'arc* représente un travail électrique de 75^{kgm} par seconde, généralement calculé d'après les intensités, les résistances et les forces électromotrices.

» Nous avons désigné par *rendement mécanique total* le rapport entre le travail électrique total et le travail moteur effectif, déduction faite de celui qui est employé pour la transmission mécanique; par *rendement mécanique des arcs,* le rapport entre le travail réellement mesuré dans les arcs et ce même travail moteur effectif. Enfin, nous avons réservé le titre de *rendement électrique des arcs* à la comparaison que nous avons faite, pour toutes les expériences, entre le travail électrique des arcs et le travail électrique total.

» Quant aux évaluations relatives à la production lumineuse, correspondant à la dépense d'un cheval mécanique, d'un cheval de travail électrique total, ou d'un cheval électrique, dépensé dans les arcs, il doit être bien entendu que nous ne faisons finalement entrer dans le calcul que l'intensité photométrique désignée sous la dénomination de *moyenne sphérique;* c'est, en effet, la seule qui représente le phénomène lumineux dans son ensemble, et qui, à ce titre, puisse être comparée d'une manière rationnelle aux divers éléments qui produisent cette intensité. Il convient, toutefois, de faire remarquer que, en prenant pour bases de leurs évaluations les besoins de l'éclairage public, les constructeurs ont été tout naturellement conduits à des estimations beaucoup plus grandes de la puissance de leurs appareils.

» L'ordre dans lequel nous examinerons les différents résultats n'est pas arbitraire; nous avons pris pour base le nombre des foyers alimentés et il en est résulté, tout naturellement, que les machines à grandes résistances et à faible intensité de courant sont celles qui viendront en dernier lieu. Pour celles-là, les résistances supplémentaires que les appareils d'observa-

tion nous imposaient de placer dans le courant ont été sans aucune influence appréciable; il n'en est pas de même pour les machines à grandes intensités et à faibles résistances, comme les types de Gramme, de Jurgensen et de Siemens. Nous accompagnerons chacun des Tableaux calculés de quelques observations.

» I. *Machine Gramme et lampe de phare réglée à la main.* — Les diagrammes fournis par l'indicateur étant très inégaux, nous avons, à diverses reprises, laissé fonctionner le crayon traceur pendant une minute entière et les traits successifs, au lieu de se superposer, ont chaque fois compris, dans le cours de cette minute, certaines aires au moins triples les unes des autres.

» La lampe employée par M. Lemonnier se réglait à la main, et un agent habitué à ce service veillait constamment au rapprochement ou à l'éloignement des charbons, de manière à produire, autant que possible, une lumière uniforme. C'est à cette manœuvre délicate, mais toujours employée dans les applications militaires, pour la projection des lumières de grande intensité, que nous attribuons l'irrégularité du travail dépensé.

» Pour les observations photométriques, il a été nécessaire de placer la lampe hors de la chambre noire, disposée pour les comparaisons et qui était de longueur insuffisante : il aurait fallu que cette longueur fût portée à 50^{m} au lieu de 25^{m}; mais on s'est mis complètement à l'abri de cette difficulté en opérant, en dehors de la chambre, à nuit close, et avant l'allumage des lampes disséminées dans le palais de l'Exposition.

» Dans les deux premiers essais, les observations ont été faites dans la direction horizontale et à 50° et 60° au-dessus et au-dessous, et c'est ainsi qu'on a pu déterminer l'intensité moyenne.

» II. *Machine Jurgensen, alimentant un régulateur Serrin.* — M. le professeur Jurgensen, de Copenhague, avait envoyé à l'Exposition une machine pour laquelle il a tenu à associer à son nom celui de M. le professeur Lorenz, et qui était munie d'un double électro-aimant, l'un à l'extérieur et l'autre à l'intérieur de la bobine; plusieurs de nos collègues du jury nous avaient exprimé le désir que cette machine pût être soumise à des expériences variées, dirigées de manière à faire ressortir le mérite de ce double effet.

» En ce qui concerne la machine complète, on a dû employer son courant à faire fonctionner une lampe Serrin pour phare. Notre photomètre n'ayant, à ce moment, qu'une portée de 25^{m}, il fallait, pour rendre la puissance lumineuse mesurable, introduire dans le circuit une résistance presque double de celle de la machine dynamo-électrique elle-même, ce qui a nécessairement amoindri, dans une grande proportion, le résultat photométrique obtenu.

» III. *Machine Maxim, alimentant une lampe Maxim.* — La plus grande partie de l'expérience a été faite avec interposition dans le circuit d'une résistance de $0^{ohm},250$, qui a affecté la valeur du rendement dans une proportion notable.

» Au point de vue photométrique, la lampe Maxim a été l'une de celles pour lesquelles les déterminations ont été les plus nombreuses, puisque l'intensité a été mesurée dans la direction horizontale, puis à 45° au-dessus et au-dessous de l'horizon, puis encore à 60°.

» IV. *Machine Siemens, alimentant un foyer Siemens.* — La machine D. 8, 250, qui a été employée dans cette expérience, est caractérisée par l'emploi, pour la bobine, d'un fil de 250 centièmes de millimètre de diamètre. Ce mode de notation en centièmes de millimètre s'applique, d'ailleurs, à toutes les autres machines des mêmes constructeurs. Le fil des électro-aimants avait pour diamètre $5^{mm},5$.

» Le travail, comme dans toutes les autres expériences faites sur les machines Siemens, a été mesuré au moyen du dynamomètre Hefner Alteneck, en prenant pour diamètre réel celui de la poulie, $0^{m},20$, augmenté de l'épaisseur de la courroie, soit $0^{m},205$.

» V. *Machine Siemens, alimentant deux foyers Siemens.* — La machine D. 7, 200, qui a servi à l'alimentation de deux foyers Siemens, était construite avec du fil de 2^{mm} de diamètre pour la bobine et du fil de $3^{mm},5$ pour les électro-aimants.

» Le travail mécanique a été mesuré directement par le dynamomètre.

» VI. *Machine Bürgin, alimentant trois lampes Crompton.* — Les déterminations relatives à ces appareils ont dû être faites sur l'installation même de M. Crompton, dont la machine à vapeur, munie d'un très grand volant, pouvait directement fournir, au moyen d'une seule transmission par courroie, la vitesse convenable sur l'arbre de la machine dynamo-électrique. Les observations lumineuses ont été assez nombreuses et assez variées pour pouvoir effectuer le calcul complet de l'intensité moyenne sphérique.

» VII. *Machine Gramme, alimentant trois lampes Gramme.* — La machine Gramme auto-excitatrice pour trois lumières a été essayée, sous la direction même de M. Gramme, dans les conditions pour lesquelles elle avait été construite, et nous n'avons à signaler à son égard aucune particularité, si ce n'est en ce qui concerne les trois lampes, dans lesquelles les charbons, tous deux de 14^{mm} de diamètre, avaient été choisis, l'un, à la partie supérieure, dans la fabrication Siemens; l'autre, à la partie inférieure, dans la fabrication Sautter et Lemonnier.

» Le rendement est si inférieur à celui des autres machines, qu'on ne pouvait attribuer cette circonstance qu'à un vice de construction exceptionnel dans la machine à lumière, permettant une dérivation qui n'a pas été constatée. Nous avons dû, pour en avoir l'explication, nous adresser à M. Gramme, qui nous a fait connaître que, au retour de la machine à l'atelier, on y a trouvé un contact qui fermait une partie du courant sur les électro-aimants.

» Cependant l'expérience reste encore complète, en ce qui concerne les données électriques, qui figureront utilement dans notre Tableau général.

» VIII. *Machine Gramme, alimentant cinq lampes.* — Les cinq lampes ont été actionnées par une machine Gramme de la construction de MM. Sautter et Lemonnier F. n° 2003. Le charbon supérieur de la lampe était, comme dans l'expérience précédente, de la fabrication Siemens.

» L'expérience n'a présenté aucune circonstance qui doive être spécialement mentionnée, si ce n'est en ce qui concerne les déterminations photométriques, faites dans la direction horizontale et, au-dessus et au-dessous de l'horizon, sous les inclinaisons de 45° et de 60°.

» IX. *Machine Siemens, alimentant cinq lampes Siemens.* — La machine du type Siemens D. 8 comportait des fils de $1^{mm},2$ seulement de diamètre pour la bobine et $2^{mm},5$ de diamètre pour les électro-aimants. Le travail mécanique a été mesuré directement; les données électriques résultent d'une expérience prolongée; quatre des lampes ont été employées simultanément aux mesures photométriques, même dans le cas où ces lampes ont été inclinées à 30° sur la verticale.

» X. *Machines Weston, alimentant dix lampes Weston.* — Cette expérience s'est fait remarquer, entre toutes, par son extrême régularité dans toutes les observations.

» Les mesures électriques ont été aussi complètes que possible; il en a été de même pour les déterminations photométriques suivant l'horizontale, ainsi qu'à 45° et 60° dans les deux sens.

» XI. *Machine Brush, alimentant seize lampes Brush.* — Les expériences sur les lampes Brush ont pu être entreprises avant toute autre, grâce à l'obligeance de M. Stewart et à la parfaite installation qui leur avait été faite à l'Exposition.

» Toutes les machines à lumière, placées sur un même rang et portées sur des plates-formes mobiles, étaient commandées par un arbre parallèle, actionné lui-même, dans ses diverses parties, par six machines à vapeur, demi-fixes, système Robey, d'un excellent fonctionnement. La grande lon-

gueur des courroies permettait d'éviter les tensions trop grandes, et la mobilité des plates-formes, facilement obtenue à l'aide de longues vis horizontales de réglage, permettait d'ailleurs de modérer ces tensions avec une grande précision.

» Le même moteur Robey, commandant trois machines dynamo-électriques, n° 7, n° 7A et n° 3, fournit la lumière à seize lampes à arc voltaïque, système Brush, en même temps qu'à quatre-vingt-une et à quinze lampes à incandescence, système Lane Fox, et il n'était pas facile d'isoler les unes des autres les machines génératrices.

» Aussi dûmes-nous nous contenter de procéder par différences successives, en déterminant chaque fois, au moyen de nombreux diagrammes, le travail développé sur les deux faces du piston.

» En ne nous occupant ici que de la machine dynamo-électrique n° 7, produisant l'éclairage de seize lampes à arc voltaïque, nous trouvons que le travail dépensé par cette seule machine s'élève à 13,388 chevaux. C'est ce chiffre que nous avons définitivement adopté, tout en reconnaissant qu'il n'a pas été déterminé avec la même rigueur que pour les autres expériences, dans lesquelles on a toujours isolé chaque machine génératrice.

» XII. *Machine Brush alimentant quarante foyers Brush dans l'intérieur du Palais de l'Exposition.* — Cette expérience, commencée le 13 octobre, s'est trouvée insuffisante au point de vue photométrique, et a été reprise le 16 novembre dans le but de compléter les premières indications.

» L'une des lampes ayant été chaque fois placée dans la chambre photométrique, on a pu déterminer la résistance de la machine et du circuit, ainsi que toutes les données électriques relatives à l'expérience même.

» Quant aux mesures photométriques, elles ont été très complètes, le 16 novembre, dans la direction horizontale, ainsi qu'à 30°, 45° et 60° au-dessus de l'horizon. La lampe Brush étant peu connue en France, il était nécessaire de calculer l'intensité moyenne sphérique avec tous les éléments qui y pouvaient concourir.

» XIII. *Lampe Brush à quarante lumières, employée à l'éclairage de l'escalier de l'Opéra.* — Une première tentative avait eu lieu le 14 octobre; mais, les signaux n'ayant pas suffisamment correspondu d'une station à l'autre, elle s'est bornée à une détermination du travail moteur, confirmée plus tard par de nouveaux diagrammes le 20 octobre.

» A cette dernière date, trente-sept foyers étaient allumés dans l'escalier de l'Opéra et un trente-huitième, à l'Exposition, dans notre chambre photométrique, le circuit total ayant une longueur de 7 kilomètres.

Tableau des expériences sur les machines et les lampes à courant continu.

INDICATIONS.	FORMULES	I. GRAMME, 1 lampe.	II. JURGENSEN 1 lampe.	III. MAXIM, 1 lampe.	IV. SIEMENS, 1 lampe.	V. SIEMENS, 2 lampes.	VI. BURGIN, 3 lampes.	VII. GRAMME, 3 lampes.	VIII. GRAMME, 5 lampes.	IX. SIEMENS, 5 lampes.	X. WESTON, 10 lampes	XI. BRUSH, 16 lampes.	XII. BRUSH, 40 lampes.	XIII. BRUSH, 38 lampes.
Observations mécaniques.														
Vitesse de la machine génératrice..	T. par min.	475	800	1017	737	1330	1535	1695	1496	826	1003	770	700	705
Travail moteur effectif............	T chevaux	16,13	21,68	4,07	4,44	5,31	5,32	8,11	8,00	5,05	13,01	13,39	29,96	33,35
Observations électriques.														
Résistance de la machine, en ohms.	//	0,33	0,45	0,70	0,66	1,68	2,80	0,52	4,57	7,05	1,88	10,55	22,38	22,38
Résistance du circuit sans les lampes.	//	0,10	0,82	0,25	0,12	0,13	1,50	1,25	0,62	4,50	1,50	2,56	2,60	7,90
Résistance totale.................	R ohms	0,43	1,27	0,95	0,78	1,81	4,30	1,77	5,19	11,55	3,38	13,11	24,98	30,28
Intensité du courant, en ampères...	I ampères	109,2	90	33	35	26,2	18,5	19,0	15,3	10,00	23	10	9,5	9,5
Chute de potentiel à la lampe, en volts.	E volts	53,0	58	53	53	44,5	41	53	49,8	47,4	32	44,3	44,3	44,3
Calculs électriques.														
Travail du circuit total............	$\frac{RI^2}{75g}$	6,97	13,99	1,41	1,29	1,69	2,00	0,87	1,65	1,57	2,43	1,79	3,07	3,72
Travail d'une lampe...............	$\frac{EI}{75g}$	7,87	7,09	2,37	2,52	1,59	1,027	1,369	1,04	0,64	1,00	0,60	0,573	0,573
Travail des lampes................	t chevaux	7,87	6,97	2,31	2,52	3,18	3,08	4,11	5,20	3,20	10,00	9,60	21,88	20,79
Travail électrique total...........	T′	14,84	20,96	3,72	3,81	4,87	5,08	4,98	6,85	4,77	12,43	11,39	24,95	24,51
Force électromotrice moyenne......	$nE + RI$	102	172	84	80	136	203	193	328	353	398	840	2009	1971
Observations photométriques.														
Diamètre des charbons............	mill.	20	23	12	18	14	13	14	12	10	9 et 10	11	11	11
Intensité lumineuse horizontale.....	carcels	952	607	246	210	142	50	155	112	67	92	37	63	63
» maximum......	*id.*	1960	//	465	805	537	227	357	184	72	154	76	78	78
» moyenne sphérique.........	l	966	688	239	306	205	82	167	102	52	85	38	39	39
Intensité totale, moyenne sphérique.	$L = nl$	966	688	239	306	410	246	501	510	260	850	608	1560	1482
Rendements.														
Rendement mécanique total........	$\frac{T'}{T}$	0,92	0,97	0,91	0,86	0,92	0,95	0,62	0,86	0,94	0,95	0,85	0,83	0,73
» » des arcs.....	$\frac{t}{T}$	0,43	0,32	0,57	0,57	0,60	0,58	0,51	0,65	0,63	0,77	0,72	0,73	0,62
» électrique des arcs......	$\frac{t}{T'}$	0,53	0,33	0,62	0,66	0,65	0,61	0,83	0,76	0,67	0,80	0,84	0,87	0,85
Carcels par cheval mécanique.......	$\frac{L}{T}$	60,0	31,7	58,7	68,9	77,2	46,2	61,8	63,8	51,5	65,3	45,4	52,1	44,4
» » électrique......	$\frac{L}{T'}$	65,1	32,8	64,2	80,3	84,2	48,4	100,4	74,5	54,6	68,4	53,4	62,6	60,5
» » d'arc...........	$\frac{L}{t}$	128,8	98,7	103,5	121,4	129,3	79,9	121,6	98,1	81,3	85,0	63,3	71,7	71,4
» par ampère...............	$\frac{l}{I}$	8,85	7,64	7,24	8,74	7,82	4,43	8,79	6,67	5,20	3,70	3,80	4,11	4,11

» Les résultats qui précèdent seront rapprochés, dans une prochaine Communication, de ceux qui ont été obtenus dans les autres systèmes d'éclairage électrique; nous nous bornerons seulement à faire remarquer, dès à présent, que, dans presque toutes les expériences, le travail moteur total se trouve très bien représenté par le travail électrique correspondant. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Conception rationnelle de la nature et de la propagation de l'électricité déduite : 1° de la considération de l'énergie potentielle de la matière éthérée associée à la matière pondérable ; 2° du mode de production et de transmission de travail accompagnant les variations de cette énergie* (suite) [1]. Note de M. A. Ledieu.

« VI (*suite*). Nos inductions se résument ainsi :

» 1° Les molécules *complètes* de tout corps doivent être regardées chacune comme un agrégat d'atomes pondérables et d'atomes éthérés, vibrant les uns et les autres relativement à un système d'axes passant par le centre de gravité de l'agrégat, en même temps que ce système oscille lui-même par rapport au solide fictif instantané concernant les centres de gravité de toutes les molécules du corps. — Les atomes éthérés de chaque molécule forment, en plus ou moins grande partie, une sorte d'atmosphère autour de son noyau pondérable. Cette atmosphère est indépendante de l'éther cosmique, qui joue dans les interstices moléculaires du corps.

» 2° Les atomes pondérables ont deux à deux leurs actions mutuelles égales à $mm'f(l)$: m, m' représentant les masses, et l les distances.

» 3° Les atomes éthérés possèdent tous une masse identique μ, excessivement faible par rapport à celles des atomes pondérables. L'expression de leur liaison dynamique entre eux est $\mu^2\,\varphi(l)$; et la loi des actions réciproques qui les associent aux atomes pondérables est représentée par $m\mu F(l)$. En raison de la petitesse de $m\mu$, la fonction $F(l)$ doit, au moins pour certaines valeurs de l, se trouver *considérable* par rapport aux deux autres *fonctions de distance* ci-dessus, $f(l)$ et $\varphi(l)$. Cette supposition *capitale* est nécessaire pour expliquer les effets puissants qui se produisent entre la matière pondérable et la matière éthérée.

» 4° Chaque molécule *complète* a sans cesse sa modalité physico-chimique mécaniquement spécifiée par son énergie *actuelle* et son énergie *potentielle totale*. La première A de ces énergies est de la forme connue

$$A = \Sigma mv^2 + \Sigma \mu v_1^2, \qquad (1)$$

---

(1) Voir les *Comptes rendus* du 16 octobre 1882.

v et v_1 étant les vitesses à la fois vibratoires et oscillatoires des diverses sortes d'atomes par rapport au solide fictif sus-spécifié, soit leurs vitesses *résiduelles*, relativement au repos ou au mouvement d'ensemble du corps.

» De son côté, l'énergie *potentielle totale* P de la molécule complète a sa valeur constituée à l'aide de *fonctions de forces*, et représentée par

$$(2)\qquad \left\{\begin{aligned} P = &\{C_1 - \textstyle\int[\Sigma\, mm' F(l)\, dl]\} \\ &+ \{C_2 - \textstyle\int[\Sigma\, \mu^2 \psi(l)\, dl] - \textstyle\int[\Sigma\, m\,\mu f(l)\, dl]\}. \end{aligned}\right.$$

» Les *constantes* C_1 et C_2 sont telles que la plus petite valeur possible de P soit égale à zéro, en même temps que chaque terme entre accolades est lui-même nul.

» Quand on veut avoir l'énergie potentielle de tout un corps, il faut considérer, corrélativement au P de chaque molécule, une certaine somme $\Sigma\pi$ de fonctions de forces, correspondant chacune aux actions réciproques entre chaque atome de la molécule en vue et tous les atomes des molécules environnantes. Il vient ainsi pour cette énergie

$$(3)\qquad \mathfrak{P} = \mathfrak{C} + \Sigma P - \tfrac{1}{2}\Sigma\Sigma\pi.$$

» La constante $\mathfrak{C}$ doit, elle aussi, être telle que, combinée avec les constantes des P, elle rende nulle la plus petite valeur possible de $\mathfrak{P}$.

» VII. Les hypothèses et formules précédentes étant bien comprises, nous regardons la température de chaque molécule *complète* d'un corps comme caractérisée par son énergie *actuelle*. De même l'état chimique, calorifique latent et électrique de la molécule, se trouve spécifié *en bloc* par son énergie *potentielle totale* P. Mais, *en détail*, son état chimique et calorifique latent relève surtout du premier des termes entre accolades de l'expression de P : nous nommons ce premier terme l'énergie potentielle *pondérable* de la molécule complète. De son côté, l'état *électrique* dépend du deuxième des termes en question. Ce second terme de l'expression de P, qui mesure l'énergie potentielle de la matière éthérée associée à la matière pondérable, est appelé par nous énergie potentielle *éthéro-pondérable* de la molécule.

» Par ailleurs, la modalité physico-chimique de l'*ensemble* d'un corps se trouve principalement spécifiée par les modalités de ses diverses molécules. En dehors de là, elle est encore affectée par les situations respectives des molécules; car ces situations influencent le terme en π de la formule (3), et se font ressentir principalement sur le calorique latent du système.

» Dans ce qui précède, nous avons implicitement considéré des valeurs *instantanées* des diverses énergies étudiées. Occupons-nous maintenant de valeurs *successives*. Lorsque les valeurs successives afférentes à chaque même molécule d'un corps demeurent *constantes*, ou oscillent légèrement autour

de moyennes fixes, on dit que la modalité physico-chimique du corps est *permanente*. Cette *permanence* peut être *uniforme* ou *non*, suivant qu'il y a égalité ou inégalité des valeurs en question pour toutes les molécules du corps. Le premier cas exige d'habitude que le corps soit assez isolé pour échapper aux forces atomiques de tout système étranger. Le second cas se rencontre quand ces forces se font ressentir en s'exerçant suivant une certaine corrélation. Lorsque cette corrélation fait défaut, la modalité physico-chimique du corps devient *variable;* le plus généralement alors, la variabilité atteint la modalité de chaque molécule; il y a en outre modification radicale de cette dernière modalité s'il surgit des phénomènes chimiques.

» VIII. En somme, L'ÉLECTRICITÉ, pas plus que la *chaleur* et la *lumière*, ne saurait être regardée comme un agent spécial régi par une mécanique particulière. En tant que *cause phénoménale*, c'est simplement de l'ÉNERGIE POTENTIELLE DE L'ÉTHER ASSOCIÉ A LA MATIÈRE PONDÉRABLE, particulièrement sous forme d'atmosphères entourant les molécules. Cette sorte d'énergie, dont personne ne semble s'être préoccupé jusqu'ici, renferme le secret de tous les effets électriques. Ses variations doivent leur puissance mécanique à la grandeur de $F(l)$ signalée au § VI, et qui compense la petitesse de la masse commune μ des atomes d'éther. Elle a pour pendant la portion de l'énergie potentielle de la matière pondérable, qui constitue principalement le *calorique latent;* de même que la *chaleur sensible* révèle la force vive *résiduelle* des atomes pondérables et éthérés, et que la *lumière* et la *chaleur rayonnante* résident dans les vibrations de l'éther cosmique libre, ondulant à travers les espaces célestes ou à travers les interstices moléculaires des corps pondérables.

» Quand un corps est mis en présence d'un ou de plusieurs autres systèmes, de façon qu'il en ressente l'influence suivant une des façons indiquées au § VII, il peut survenir une série de modifications des diverses énergies, et, en particulier, une variation de l'énergie *éthéro-pondérable*, produisant, les unes ou les autres, du travail sous apparence d'*électricité*, y compris les décharges. Cette dernière variation peut, du reste, provenir en partie d'un changement du nombre des atomes éthérés constituant les atmosphères moléculaires, et cela par voie d'emprunt ou de restitution au stock inépuisable que forme l'éther cosmique. Lesdites modifications sont, en principe, concomitantes. Mais, d'ordinaire, il y en a de prépondérantes qui masquent plus ou moins les autres.

» IX. Étudions maintenant la propagation de l'électricité d'après nos

vues. A cet effet, commentons d'abord la transmission de la chaleur selon la Thermodynamique.

» Là, il se propage du *travail mécanique;* et il ne cesse d'y avoir *différence* d'un endroit à un autre dans l'état calorifique du corps, avec *permanence* par place, s'il y a transmission régulière. En tout cas, le corps n'est ainsi qu'un simple conducteur d'énergie; et le phénomène ne s'accomplit qu'en vertu d'une différence $(A_2 - A_1)$ entre les énergies actuelles A_2 et A_1 propres à chaque molécule par groupe, aux endroits du conducteur en contact l'un avec un système chaud, l'autre avec un système froid.

» La théorie de Fourier s'associe complètement à notre nouvelle interprétation. Il suffit, à cet effet, de joindre aux hypothèses spéciales de cette théorie la possibilité de considérer certaines différences comme des infiniment petits de premier ou de deuxième ordre.

» Ce que nous venons de dire pour la transmission de la chaleur est applicable mot à mot à la propagation de l'électricité. Il n'y a qu'à substituer la considération des énergies potentielles *éthéro-pondérables* de molécules successives à la considération de leurs énergies actuelles. Le courant électrique consiste de la sorte en un simple *transport* de travail mécanique W; et la chute de potentiel électrique correspond à une différence $(p_2 - p_1)$ entre les énergies potentielles *éthéro-pondérables* p_2 et p_1, propres à chaque molécule par groupe en deux endroits opposés du conducteur.

» X. Du reste, le mode général de production apparente et de transmission de l'électricité que nous venons d'indiquer n'est qu'un cas particulier d'une question bien plus vaste, et qui forme le corollaire indispensable de la grande loi de la *conservation des énergies*. Nous voulons parler de la transformation et de la propagation des énergies dans le cas le plus universel. Ainsi, lors de la transmission des travaux de mouvement d'ensemble à travers les pièces soi-disant rigides d'un mécanisme, il faut bien s'imaginer que ces travaux ne se propagent que par l'entremise des énergies potentielles pondérables desdites pièces, en donnant lieu à des phénomènes d'élasticité.

» D'autre part, dans l'expérience bien connue d'une série de billes d'ivoire suspendues à une même tringle horizontale, la force vive de mouvement d'ensemble de la première boule se transmet à la dernière, à l'aide des énergies potentielles pondérables de toutes les boules intermédiaires. Celles-ci, on le sait, demeurent en repos d'ensemble, et forment dès lors un véritable conducteur de travail. A l'espèce près de l'énergie de départ, il y a ici une analogie frappante avec ce qui se passe dans la propagation de l'électricité suivant notre théorie. Il suffit de réduire, par la pensée, les

billes à de simples molécules avec atmosphère éthérée, et d'imaginer que les énergies potentielles éthéropondérables sont seules en jeu.

» XI. Selon nous, la seule grandeur électrique qui ait une signification mécanique *réelle* est le travail de courant W. Or, d'après les §§ III et IX, on a pour $t = 1$, et en posant $\omega = \omega_m : \omega_s$,

$$e_s = \sqrt{p_2 - p_1} \times \omega_s, \quad i_s = \frac{\sqrt{W}}{\sqrt{r_s}}; \quad e_m = \sqrt{p_2 - p_1} \times \omega_m, \quad i_m = \frac{\sqrt{W}}{\sqrt{r_m}}.$$

Dès lors, l'intensité de courant et la force électromotrice de circuit ne seraient autres que les racines carrées de certaines quantités de travail mécanique multipliées ou divisées par des coefficients.

» Avec ces interprétations des grandeurs électriques i, e, r, on peut conserver la plupart des formules déjà acquises : l'établissement et les vérifications expérimentales de ces formules ont seules besoin d'être commentées conformément à leur véritable signification mécanique. »

PHYSIQUE. — *Sur l'efficacité des paratonnerres.* Extrait d'une Lettre de M. G.-A. Hirn à M. Faye.

« Je viens un peu tardivement rendre compte de l'effet d'un coup de foudre qui a frappé le paratonnerre d'une maison peu éloignée de la mienne à Colmar. J'ai hésité quelque temps à en parler, parce que cet effet a été en quelque sorte *insignifiant;* mais j'ai pensé depuis qu'il est bon de montrer qu'un paratonnerre, établi même dans les plus déplorables conditions, peut encore *parfois* protéger efficacement un édifice.

» Ce paratonnerre est placé sur un bâtiment d'une quinzaine de mètres d'élévation; la tige de fer, très faible et d'environ 8^m de hauteur, était terminée par une pointe conique de laiton de $0^m,25$ de longueur, et d'environ $0^m,01$ de diamètre à la partie inférieure, vissée sur la tige de fer. Le conducteur était un fil d'à peine $0^m,007$ de diamètre, dont les pièces étaient réunies par des anneaux fermés terminant leurs extrémités. Le bas du conducteur était lié à un gros morceau de fer d'à peine $0^m,5$ de longueur plongeant dans un trou, maçonné dans la terre humide, au coin d'une cour. On voit qu'à tous égards ce paratonnerre était construit de la façon la plus vicieuse : un physicien eût certainement évité, pendant un orage, de chercher son refuge dans l'édifice sur lequel il se trouvait.

» Le 12 de ce mois, à $4^h 30^m$ du soir, éclata un orage très violent; les nuées devaient être très proches de terre, car j'ai rarement pu

compter plus de deux secondes entre l'éclair et le tonnerre. C'est par l'un de ces éclairs que fut atteint le paratonnerre que je viens de décrire. La commotion fut telle que le plâtre des plafonds se détacha dans plusieurs appartements. Toute l'action de la décharge se borna pourtant à la fusion de la pointe de laiton, sur une longueur d'environ $0^m,05$ où le cône avait $0^m,003$ de diamètre. Nulle part le courant n'a quitté le conducteur; je n'ai pu trouver aucune trace de la décharge dans la petite auge maçonnée où il aboutissait.

» Dans son beau travail sur les paratonnerres, M. Melsens fait remarquer avec raison que, eu égard à la très faible conductibilité électrique de l'eau, on devrait en général donner une étendue considérable à la partie des conducteurs de paratonnerre pénétrant dans le sol, et la relier, partout où faire se peut, à de grandes pièces métalliques, telles que les tuyaux de conduite d'eau qui passent près des édifices dans les grandes villes. Les remarques que fait à ce sujet M. Melsens sont presque effrayantes, lorsqu'on songe au peu de surface qu'on donne en général à la partie des paratonnerres plongée dans le sol ou l'eau. Je crois pouvoir rapporter ici une expérience que j'ai faite il y a trois ans et qui confirme pleinement les vues de M. Melsens (je ne sais si elle a déjà été faite). Au milieu d'un cylindre de fer-blanc de $0^m,25$ de diamètre et rempli d'eau pure à 1^m de hauteur, j'ai fait plonger une tige de laiton, partout isolée d'ailleurs, et en rapport avec l'armature extérieure d'une bouteille de Leyde. A une distance *variable,* à volonté, de la périphérie externe du cylindre se trouvait un conducteur terminé en boule, que je mettais en contact avec la boule de la bouteille de Leyde fortement chargée. Dès que la distance entre la boule et le fer-blanc devenait moindre que $0^m,02$, la décharge électrique, au lieu de traverser l'eau du cylindre, traversait l'air sous forme d'étincelle bruyante. Il s'agit ici d'une décharge électrique infinitésimale, comparativement à celle d'un coup de foudre; le rapport entre le conducteur central et les parois internes du cylindre était bien plus parfait que celui qui existe entre le sol et le conducteur de maint et maint paratonnerre que l'on croit bien construit, et pourtant l'étincelle traversait plutôt l'air que l'eau. Le seul fait d'une décharge fulgurante sur la pointe d'un paratonnerre est certainement la preuve de la façon vicieuse dont était construit celui dont je parle. On a donc, ce me semble, tout lieu d'être étonné, et peut-être en général rassuré, en voyant que la décharge n'a donné lieu à aucun accident sérieux.

» En disant : « le seul fait d'une décharge fulgurante..... », je n'apprends

certes rien de neuf aux physiciens; c'est toutefois là un fait qu'on ne saurait assez inculquer au public, et surtout aux personnes, souvent fort ignorantes, qui se chargent de l'installation des paratonnerres. Depuis plus de quarante années d'observation, je n'ai pas vu la foudre éclater sur un seul des quarante à cinquante paratonnerres qui protègent les usines du Logelbach. Et pourtant, pendant l'orage, ces paratonnerres *travaillent* énergiquement. Sur les conducteurs *non interrompus* de quelques-uns d'entre eux, j'avais établi des fils métalliques de dérivation, aboutissant à une hélice isolée, au centre de laquelle je plaçais un barreau d'acier non aimanté. Presque toujours, après un orage passant au zénith, ces barreaux étaient plus ou moins aimantés. Dans ma maison d'habitation, où se trouvait mon laboratoire, j'avais été plus hardi. J'avais séparé le conducteur à l'aide d'une mince feuille de caoutchouc; les fils métalliques soudés aux deux bouts, ainsi séparés, pénétraient dans mon cabinet de travail et aboutissaient à un rhé-électromètre, que m'avait donné mon ami, M. Melsens. Pendant la plupart des orages intenses passant au zénith, je voyais osciller l'aiguille aimantée de l'instrument; plusieurs fois, j'ai trouvé le barreau interne de l'hélice fortement aimanté, et, pourtant, jamais je n'ai même observé aucune apparence de fusion aux fils de cuivre très minces servant à dériver le courant. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

OPTIQUE. — *Application de la loi des couleurs complémentaires à la décoloration passagère des diamants teintés de jaune.* Note de MM. **N. Chatrian** et **Jacobs**, présentée par M. Chevreul.

(Commissaires : MM. Chevreul, Dumas, Daubrée.)

« Les gisements diamantifères de l'Afrique australe produisent de grandes quantités de diamants jaunes. Cette teinte enlève au précieux cristal beaucoup de valeur. C'est ainsi qu'un diamant blanc, de belle eau, est facilement évalué à un prix cinq et six fois supérieur à celui d'un diamant de même poids et de même qualité teinté de jaune.

» Récemment le bruit se répandit qu'on était parvenu à décolorer le diamant. Deux négociants de notre connaissance avaient acheté à un prix très élevé des diamants d'un blanc parfaitement pur; ils ne furent pas peu

étonnés de les voir jaunes le lendemain, à la suite d'un court lavage. Un procès fut intenté au vendeur.

» Disons de suite que le commerce et les détenteurs de diamants n'auront aucunement à souffrir de cette découverte, qui n'est désormais importante qu'en ce qu'elle se rapporte à la théorie des couleurs.

» L'opération consiste à plonger la pierre colorée dans une dissolution quelconque de sa couleur complémentaire, d'où elle sort blanche. Mais le résultat obtenu n'est pas de longue durée, puisqu'un lavage suffit pour ramener le cristal à sa couleur naturelle.

» Une légère couche de violet suffit pour ramener au blanc le plus pur un diamant du jaune le plus prononcé, sans qu'il perde rien de sa transparence ni de son éclat. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Études chimiques sur la betterave à sucre, dite betterave blanche de Silésie.* Mémoire de M. **H. Leplay**. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« Il résulte les faits suivants des nombres groupés dans deux tableaux contenus dans le Mémoire, provenant de l'analyse des différentes parties de la betterave en végétation :

» 1° En ce qui concerne les bases potasse et chaux en combinaison organique, considérées dans leur ensemble et contenues dans les différentes parties de la betterave à différentes époques de la végétation, abstraction faite de l'état de solubilité ou d'insolubilité sous lequel elles s'y trouvent.

» *Faits.* — Les bases potasse et chaux, enlevées au sol par les radicules à l'état de carbonates ou de bicarbonates pendant la végétation de la betterave, se retrouvent en combinaison avec des acides organiques dans les différentes parties de la betterave, dans la racine, dans les pétioles et dans les feuilles.

» La quantité de ces sels à acides organiques à base de potasse est toujours en plus petite quantité dans les pétioles que dans les feuilles.

» Pendant tout le temps de la végétation de la betterave, la quantité de sels à acides organiques va plutôt en diminuant qu'en augmentant dans la betterave (racine), tandis qu'elle va en s'accumulant dans les pétioles et en s'accumulant également en plus forte proportion dans les feuilles qui en contiennent, sous le même poids, au moment de la maturité de la bet-

terave, c'est-à-dire, en octobre, jusqu'à quatre et cinq fois plus que la betterave (racine).

» Il en est exactement de même pour les sels organiques à base de chaux.

» Le mouvement ascensionnel des bases potasse et chaux contenues dans le sol, à l'état de carbonates et de bicarbonates absorbés par les radicules, vers les feuilles, en traversant la betterave (racine), puis les pétioles, pour se fixer dans les feuilles, est donc le même pour la base chaux que pour la base potasse.

» Les betteraves (racine) contiennent des quantités très variables de ces sels à base de potasse et de chaux à acides organiques.

» Les betteraves qui ont végété dans les sols calcaires contiennent une plus grande quantité de ces bases à acides organiques répandues dans toutes les parties de la betterave en végétation, racine, pétioles et feuilles.

» 2° En ce qui concerne les bases potasse et chaux en combinaison organique à l'état soluble dans le jus et à l'état insoluble dans les tissus.

» *Faits.* — Il existe dans toutes les parties de la betterave, racine, pétioles et feuilles, des bases potasse et chaux en combinaison organique, partie à l'état soluble dans le jus et partie à l'état insoluble dans les tissus.

» Les quantités de potasse et de chaux en combinaison organique à l'état soluble sont en général plus grandes qu'à l'état insoluble.

» La betterave (racine) paraît contenir plus de potasse en combinaison organique à l'état insoluble dans la première période de la végétation qu'au moment de sa maturité.

» Les feuilles contiennent plus de potasse en combinaison organique à l'état insoluble qu'au moment de la maturité de la racine.

» Ainsi, dans la première période de la végétation, la racine paraît contenir plus de potasse en combinaison organique insoluble que les feuilles, tandis que le contraire se produit au moment de la maturité de la racine; alors les feuilles contiennent plus de potasse à l'état insoluble que la racine.

» Il en est de même pour les sels de chaux à acides organiques.

» 3° En ce qui concerne l'état d'insolubilité des bases potasse et chaux en combinaison organique dans les tissus.

» *Faits.* — La potasse en combinaison organique insoluble se rencontre en quantité très variable dans les tissus des différentes parties de la betterave, racine, pétioles, feuilles; mais ces quantités ne paraissent présenter aucun caractère constant et défini qui puisse permettre d'en faire ressortir les rapports, ni d'en déterminer l'importance, le rôle et les fonctions.

» La combinaison organique de la potasse qui se trouve à l'état insoluble dans les tissus se dissout lorsqu'on traite ces tissus par de l'eau après l'extraction du jus.

» La fixation à l'état insoluble, dans les tissus vivants, des sels de potasse solubles, paraît un fait analogue à celui de la fixation, par les cellules de levure de bière, des principes solubles contenus dans le moût de bière en fermentation, nécessaires à la multiplication des cellules de levure et à leur constitution.

» La combinaison organique de chaux à l'état insoluble dans les tissus est en quantité plus grande, pour un même poids de tissus, dans les pétioles que dans la betterave (racine) et plus grande dans les feuilles que dans les pétioles.

» La quantité de chaux en combinaison organique insoluble dans un poids déterminé de tissus est beaucoup plus grande, souvent dix et même vingt fois plus grande, que la quantité de cette base contenue dans le même poids de la partie de la betterave qui a fourni les tissus. En d'autres termes, 100^{gr} de tissu extrait de la betterave contiennent dix et même vingt fois plus de chaux en combinaison organique insoluble que la racine elle-même. Il en est de même pour les pétioles et surtout pour les feuilles.

» Dans le sol argileux, la betterave (racine) paraît contenir dans ses tissus le maximum de chaux à l'état insoluble, au début de la végétation de la betterave, c'est-à-dire en juin, et cette quantité paraît moins grande vers la fin d'octobre, tandis que le contraire paraît se produire dans les betteraves (racine) ayant végété dans le sol calcaire, où les bases paraissent aller en augmentant vers le moment de la maturité; excepté cependant dans les betteraves ayant pris un grand développement en poids ou en volume, comme, par exemple, les n°s 488 et 490 des tableaux n° 2 et n° 3.

» Les betteraves ayant végété dans le sol calcaire contiennent dans leurs tissus, sous le même poids, à l'état insoluble, une plus grande quantité de chaux en combinaison organique que les betteraves ayant végété dans le sol argileux, excepté toutefois les betteraves qui ont obtenu dans le terrain calcaire un grand développement en volume ou en poids.

» La chaux en combinaison organique insoluble est en plus grande quantité dans les tissus des pétioles des betteraves ayant végété dans le sol calcaire que dans le sol argileux.

» La chaux en combinaison organique paraît à peu près en même quantité dans les tissus des feuilles, soit que les betteraves aient végété dans le sol argileux, ou dans le sol calcaire; cependant cette quantité paraît plus

régulièrement la même dans les tissus des feuilles de betteraves ayant végété dans le sol calcaire, quel que soit d'ailleurs le développement de la betterave (racine), des pétioles et des feuilles, surtout à la dernière époque de leur végétation.

» L'influence du sol calcaire, qui ne s'était point manifestée dans l'étude de la composition des différentes parties de la betterave, considérée au point de vue des sels de potasse et de chaux en combinaison organique soluble dans le jus, commence à apparaître lorsqu'on examine comparativement la quantité de chaux contenue à l'état insoluble dans les tissus de chacune des parties de la betterave, comme le démontrent les faits relatés dans les quatre alinéas précédant celui-ci, et paraît de nature à fournir une explication satisfaisante des fonctions de cette base, qui sera examinée dans la suite. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le numéro de décembre 1881 du *Bullettino* publié par M. le prince Boncompagni. Ce numéro renferme : 1° une Notice sur un Ouvrage astronomique inédit d'*Ibn Haïtham,* par M. Maurice Steinschneider, de Berlin, avec un appendice hébreu de *Jacob ben Machir;* 2° les annonces bibliographiques des publications récentes sur les Sciences mathématiques, physiques et astronomiques.

2° Deux livraisons de la « Paléontologie française » ; livraison 53 : « Echinodermes réguliers », par M. *G. Cotteau;* Livraison 54 : « Crinoïdes », par M. *de Loriol.* (Présentées par M. Hébert.)

3° Une Conférence sur le Phylloxera, faite le 1er avril 1882 à la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale, par M. *J.-A. Barral.*

4° Une brochure de M. l'abbé *Moigno,* intitulée : « Les sciences, les industries, les arts enseignés et illustrés par quatre mille cinq cents photographies sur verre. Catalogue des tableaux et appareils. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur certaines formes quadratiques et sur quelques groupes discontinus.* Note de M. **E. Picard,** présentée par M. Hermite.

« Je me propose de montrer, dans cette Note, comment la considération de certaines formes quadratiques peut conduire à une infinité de groupes

discontinus de substitutions linéaires pour le cas de deux variables. Parmi ces groupes se trouve, en particulier, celui dont je me suis occupé dans une Communication récente (*Comptes rendus*, 2 octobre).

» Rappelons d'abord que, dans un de ses Mémoires sur les formes quadratiques (*Journal de Crelle*, t. 47), M. Hermite a étendu la théorie des formes quadratiques binaires en étudiant la forme

$$\mathrm{A}xx_0 + \mathrm{B}xy_0 + \mathrm{B}_0x_0y + \mathrm{A}'yy_0,$$

où x et y sont deux variables complexes, dont x_0 et y_0 représentent les conjugués; A et A′ sont réels, et B_0 est la quantité conjuguée de B. On peut étendre évidemment de même la théorie des formes quadratiques ternaires, en considérant la forme suivante :

$$\mathrm{A}xx_0 + \mathrm{A}'yy_0 + \mathrm{A}''zz_0 + \mathrm{B}yz_0 + \mathrm{B}_0y_0z + \mathrm{B}'zx_0 + \mathrm{B}'_0z_0x + \mathrm{B}''xy_0 + \mathrm{B}''_0x_0y.$$

Les lettres affectées d'indices sont les conjuguées des lettres sans indice, et A, A′, A″ sont des quantités réelles; nous désignerons une pareille forme par $f(x, y, z, x_0, y_0, z_0)$. On voit sans peine que, par une substitution faite sur x, y, z (les substitutions aux coefficients conjugués étant faites sur x_0, y_0, z_0), la forme f est réductible à l'une des formes

$$\pm(\mathrm{UU}_0 + \mathrm{VV}_0 + \mathrm{WW}_0),$$
$$\pm(\mathrm{UU}_0 + \mathrm{VV}_0 - \mathrm{WW}_0),$$

ce qui amène, par suite, à distinguer les formes f en formes définies et formes indéfinies, suivant qu'elles sont réductibles à une forme de la première ou de la seconde ligne.

« Ceci posé, je considère une forme indéfinie $f(x, y, z, x_0, y_0, z_0)$ à coefficients entiers; il existe, dans ce cas, un groupe d'une infinité de substitutions linéaires à coefficients entiers,

$$(1)\qquad \begin{cases} \mathrm{X} = \mathrm{M}_1x + \mathrm{P}_1y + \mathrm{R}_1z, \\ \mathrm{Y} = \mathrm{M}_2x + \mathrm{P}_2y + \mathrm{R}_2z, \\ \mathrm{Z} = \mathrm{M}_3x + \mathrm{P}_3y + \mathrm{R}_3z, \end{cases}$$

qui transforment en elles-mêmes la forme quadratique f. Si l'on met maintenant celle-ci sous la forme réduite

$$\pm(\mathrm{UU}_0 + \mathrm{VV}_0 - \mathrm{WW}_0),$$

au groupe (1) correspondra un groupe

$$U = A_3 u + B_3 v + C_3 w,$$
$$V = A_2 u + B_2 v + C_2 w,$$
$$W = A_1 u + B_1 v + C_1 w,$$

et le groupe de substitutions relatives aux variables α et β,

$$\left(\alpha,\ \beta,\ \frac{A_3\alpha + B_3\beta + C_3}{A_1\alpha + B_1\beta + C_1},\ \frac{A_2\alpha + B_2\beta + C_2}{A_1\alpha + B_1\beta + C_1}\right),$$

est le groupe discontinu que nous nous proposions de former. Il est clair que, en posant

$$\alpha = \alpha' + i\alpha'' \quad \text{et} \quad \beta = \beta' + i\beta'',$$

la substitution précédente transforme en elle-même la relation

$$\alpha'^2 + \alpha''^2 + \beta'^2 + \beta''^2 = 1.$$

» Si l'on prend, en particulier,

$$f(x, y, z, x_0, y_0, z_0) = xy_0 + yx_0 + zz_0,$$

on obtient le groupe dont je me suis précédemment occupé.

» L'étude des substitutions transformant en elle-même la forme f ne présente aucune difficulté au point de vue algébrique, c'est-à-dire qu'il est facile d'exprimer rationnellement les coefficients d'une telle substitution à l'aide d'un certain nombre d'arbitraires. On peut, en effet, employer encore ici la méthode suivie par M. Hermite, dans le cas des formes quadratiques ternaires à coefficients réels.

» Posons donc

$$x + X = 2\xi, \quad x_0 + X_0 = 2\xi_0,$$
$$y + Y = 2\eta, \quad y_0 + Y_0 = 2\eta_0,$$
$$z + Z = 2\zeta, \quad z_0 + Z_0 = 2\zeta_0,$$

ce qui nous donne

$$f(2\xi - X,\ 2\eta - Y,\ 2\zeta - Z,\ 2\xi_0 - X_0,\ 2\eta_0 - Y_0,\ 2\zeta_0 - Z_0)$$
$$= f(X, Y, Z, X_0, Y_0, Z_0),$$

relation qui permet facilement, dans chaque cas particulier, de trouver l'expression générale de X, Y, Z en fonction linéaire de ξ, η, ζ, ce qui donne évidemment la solution du problème proposé.

» Ainsi, en prenant

$$f(x, y, z, x_0, y_0, z_0) = xy_0 + yx_0 + zz_0,$$

on aura

$$X = (1 + i\alpha)\xi + b\eta + c\zeta,$$
$$Y = - c_0\xi + d\eta + i\beta\zeta,$$
$$Z = - b_0\xi + i\gamma\eta + (2 - d_0)\zeta,$$

(ou $i = \sqrt{-1}$).

» Les trois quantités réelles α, β, γ et les quantités complexes b, c, d sont entièrement arbitraires.

» L'étude arithmétique des substitutions à coefficients entiers est une question plus difficile, sur laquelle je me propose de revenir dans une autre occasion. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les séries trigonométriques*. Note de M. **H. Poincaré**, présentée par M. Hermite.

« On sait quel est le rôle joué en Mécanique céleste par les séries de la forme

$$\sum A_p \sin(\mu m_p + \nu n_p)t + \sum B_p \cos(\mu m_p + \nu n_p)t,$$

où μ et ν sont des nombres indépendants de p et où m_p et n_p sont des entiers positifs ou négatifs. C'est ce rôle qui donne un grand intérêt à l'étude de ces expressions et plus généralement à celle des suites infinies de la forme

$$\sum_p{}_0^\infty A_p \sin\alpha_p t + \sum_p{}_0^\infty B_p \cos\beta_p t.$$

Voici un fait qui concerne ces séries et sur lequel je désirerais attirer l'attention. Je choisirai pour l'exposer un exemple particulier. Considérons la fonction

$$\varphi(t) = \Sigma A_p \sin\alpha_p t. \tag{1}$$

» Je suppose que les nombres A_p et α_p sont positifs et que $\frac{1}{A_p}$ et α_p tendent vers zéro quand p augmente indéfiniment. La série du second membre est convergente, pourvu que la suite infinie $\Sigma A_p \alpha_p$ le soit elle-même. Le nombre A_p, par hypothèse, peut croître au delà de toute limite. Mais on ne saurait en conclure sans démonstration que le module de $\varphi(t)$

peut également devenir aussi grand que l'on veut. C'est là le fait que je me propose d'établir.

» Je dis que ce module peut devenir plus grand que $\frac{A_m}{4}$, A_m étant un des coefficients de la série (1). Supposons, en effet, que l'on ait constamment :

$$\operatorname{mod}\varphi(t) < \frac{A_m}{4};$$

on en conclurait

$$\operatorname{mod}\int_0^t \varphi(t)\sin\alpha_m t\,dt < \frac{A_m t}{4}, \quad \operatorname{mod}[\varphi(t)\cos\alpha_m t] < \frac{A_m}{4};$$

or on a, en intégrant par parties,

$$\int_0^t \varphi(t)\sin\alpha_m t\,dt = -\frac{\varphi(t)\cos\alpha_m t}{\alpha_m} + \int_0^t \frac{d\varphi}{dt}\frac{\cos\alpha_m t}{\alpha_m}dt.$$

On devrait donc avoir

$$\operatorname{mod}\int_0^t \frac{d\varphi}{dt}\frac{\cos\alpha_m t}{\alpha_m}dt < \frac{A_m}{4}\left(t + \frac{1}{\alpha_m}\right).$$

Or on a

$$\frac{d\varphi}{dt} = \Sigma A_p\alpha_p\cos\alpha_p t,$$

d'où

$$\frac{d\varphi}{dt}\cos\alpha_m t = \sum\frac{A_p\alpha_p}{2}\cos(\alpha_m - \alpha_p)t + \sum\frac{A_p\alpha_p}{2}\cos(\alpha_m + \alpha_p)t$$

et

$$(2)\quad \int_0^t \frac{d\varphi}{dt}\cos\alpha_m t\,dt = \frac{A_m\alpha_m t}{2} + \sum\frac{A_p\alpha_p\sin(\alpha_m - \alpha_p)t}{2(\alpha_m - \alpha_p)} + \sum\frac{A_p\alpha_p\sin(\alpha_m + \alpha_p)t}{2(\alpha_m + \alpha_p)}.$$

» Les deux séries

$$\sum\frac{A_p\alpha_p}{2\operatorname{mod}(\alpha_m - \alpha_p)} \quad \text{et} \quad \sum\frac{A_p\alpha_p}{2(\alpha_m + \alpha_p)}$$

sont convergentes, et j'appellerai leurs sommes B et C. Les deux séries du second membre de l'équation (2) ont évidemment, en valeur absolue, leurs sommes inférieures à B et à C. On aura donc

$$\operatorname{mod}\left(\int_0^t \frac{d\varphi}{dt}\cos\alpha_m t\,dt - \frac{A_m\alpha_m t}{2}\right) < B + C,$$

de sorte qu'on devrait avoir

$$\frac{A_m t}{2} < \frac{A_m}{4}\left(t + \frac{1}{\alpha_m}\right) + \frac{B}{\alpha_m} + \frac{C}{\alpha_m}.$$

Or cette inégalité ne peut subsister pour de grandes valeurs de t. Donc $\varphi(t)$ *peut devenir plus grand que* $\frac{A_m}{4}$ *et, par conséquent, que toute quantité donnée,* puisque A_m croît indéfiniment avec m. Le même résultat serait encore vrai si les nombres A_p et α_p n'étaient pas assujettis à être positifs; il le serait encore (pourvu que A_p puisse croître au delà de toute limite) de la série

$$\Sigma A_p(1 - \cos\alpha_p t) \tag{3}$$

qui est convergente, pourvu que la suite infinie $\Sigma \bmod A_p\alpha_p^2$ le fût également.

» Voici comment cela peut s'appliquer aux séries que l'on a à envisager en Mécanique céleste. On sait que, si t est le temps et a le grand axe, par exemple, on a pour la dérivée de ce grand axe une expression de la forme

$$\frac{da}{dt} = \Sigma A_p \sin d_p t + \Sigma B_p \cos\beta_p t,$$

les deux séries $\Sigma \bmod A_p$ et $\Sigma \bmod B_p$ étant convergentes. En négligeant les carrés des masses, on en conclut, pour la variation δa du grand axe, l'expression

$$\delta a = \sum \frac{A_p}{\alpha_p}(1 - \cos\alpha_p t) + \sum \frac{B_p}{\beta_p}\sin\beta_p t. \tag{4}$$

» On serait tenté de conclure que δa reste toujours compris entre certaines limites. Cela a lieu en fait pour certaines valeurs incommensurables du rapport des moyens mouvements. Mais il est d'autres valeurs *également incommensurables* de ce même rapport pour lesquelles les séries du second membre de l'équation (4) se comportent comme les séries (1) et (3), et peuvent croître indéfiniment.

» Cela n'a pas d'importance au point de vue *pratique* du calcul des perturbations, puisque le rapport des moyens mouvements ne peut être connu qu'approximativement et que nous ne pouvons reconnaître par conséquent si les séries (4) restent finies ou croissent indéfiniment; puisque d'ailleurs l'équation (4) ne représente la variation du grand axe que si l'on néglige les termes d'ordre supérieur par rapport aux masses, et que nous ignorons si ces termes ne peuvent pas eux-mêmes croître au delà de toute limite.

» Néanmoins, il y a peut-être quelque intérêt à signaler ce fait, car il montre qu'il est impossible d'accepter certaines conséquences *théoriques* qu'on serait tenté de tirer de l'expression (4). »

ASTRONOMIE. — *Réponse aux objections présentées par M.* Faye, *sur la théorie du Soleil de M. C.-W. Siemens.* Lettre de M. **C.-W. Siemens** à M. Dumas.

« J'ai pris connaissance de la Note publiée par M. Faye dans les *Comptes rendus* du 9 octobre courant « Sur la nouvelle théorie du Soleil par M. le Dr C.-W. Siemens ». Cette Note m'a décidé à vous adresser quelques explications complémentaires, en vous priant de vouloir bien les communiquer à l'Académie des Sciences, si vous les jugez dignes de cet honneur.

» Lorsque je communiquai, le 20 septembre 1882, à la Société Royale de Londres, mon Mémoire « Sur la conservation de l'énergie solaire », je n'espérais pas voir l'hypothèse d'Astronomie, à laquelle j'avais été conduit par des observations du domaine de la Physique, acceptée sans objections sous la forme rudimentaire avec laquelle j'avais dû la présenter au public, à cause du peu d'informations dont je disposais.

» J'ai été très heureux de voir paraître, dans les *Annales de Chimie et de Physique,* une traduction de mon Mémoire sous la forme un peu agrandie et vulgarisatrice que je lui ai donnée dans le numéro d'avril 1882 du *Nineteenth Century,* et j'ai été plus flatté encore d'apprendre qu'un astronome d'une aussi haute réputation que M. Faye l'avait jugé digne d'une discussion au sein de l'Académie des Sciences.

» M. Faye, tout en approuvant, en général, la partie physique de mes recherches, met en question leur application à l'Astronomie, pour les raisons suivantes :

» 1° Que la présence d'un milieu gazeux universel, à une pression de $\frac{1}{2000}$ d'atmosphère, opposerait au mouvement des planètes une résistance excessive; 2° que cette vapeur, ainsi distribuée, serait graduellement attirée vers le Soleil et tendrait à en augmenter considérablement la masse.

» Permettez-moi de faire remarquer, en ce qui concerne d'abord la seconde objection de M. Faye, que le degré de diffusion que j'ai supposé est tel, qu'il peut assurer la permanence de l'équilibre statique entre les forces d'expansion et de diffusion d'une part, et l'attraction vers le Soleil et les corps célestes d'autre part. En l'absence de l'établissement d'un pareil équilibre, l'objection émise par M. Faye renverserait tout naturellement ma théorie. Je suis, en outre, disposé à admettre que, si la loi de Mariotte relative à la détente des gaz permanents pouvait s'appliquer indéfiniment, la pression du milieu gazeux interplanétaire serait abaissée presque

au delà de ce dont nous pouvons nous faire une idée; mais il me semble, par des considérations tirées de la théorie dynamique des gaz et par la manière dont les gaz se comportent, ainsi que l'a démontré M. Crookes, dans des tubes raréfiés à un degré extraordinaire, il me semble, dis-je, qu'il n'existe tout au moins aucune raison, *a priori*, pour que cette loi s'étende rigoureusement aux vapeurs au delà des confins de notre atmosphère et de celle du Soleil.

» En ce qui concerne la première objection de M. Faye, j'admets qu'une densité de $\frac{1}{2000}$ d'atmosphère aurait les conséquences qu'il établit si justement, et je me souviens d'avoir dit (*Proceedings of the Royal Society*, p. 395) qu'en admettant comme démontrés les résultats de mes expériences sur la dissociation des vapeurs par l'énergie solaire, et que l'espace stellaire se trouve rempli de vapeur à une pression *ne dépassant pas* la limite de $\frac{1}{1000}$ d'atmosphère, ce qui correspond à la plus haute raréfaction que j'aie pu obtenir dans mes expériences, il doit s'ensuivre une dissociation de cette vapeur cosmique par la radiation du Soleil. Il faut, néanmoins, remarquer que cette observation ne se rapporte qu'aux phénomènes physiques soumis à mes expériences et qu'il est évident que, si la dissociation de la vapeur d'eau et des composés carbonés s'est effectuée, par la radiation directe du Soleil, à une pression aussi élevée que $\frac{1}{2000}$ d'atmosphère, elle s'effectuerait à plus forte raison dans ce milieu beaucoup plus raréfié.

» Dans un autre passage de mon Mémoire (p. 397), lorsque j'applique mon hypothèse aux comètes, je suppose qu'elles représentent, même à leur périhélie, un milieu de vapeur à une densité de $\frac{1}{3000}$ d'atmosphère seulement, et que cette densité suffit pour occasionner l'incandescence par compression. Cette supposition prouve, tout au moins indirectement, que je considérais l'espace stellaire comme rempli d'une vapeur à une pression bien inférieure à $\frac{1}{3000}$ d'atmosphère, tout en partant de ce milieu (en l'absence de données d'expérience et d'observation), comme à un état extrêmement raréfié, sans fixer aucune limite à cette raréfaction.

» Depuis, des faits d'observation nouveaux sont venus tendre à confirmer mon hypothèse d'un espace stellaire rempli de matière raréfiée, analogue à celui que nous pouvons réaliser dans nos tubes à vide. Les prolongements équatoriaux de l'atmosphère solaire, observés en Amérique pendant l'éclipse de 1859, semblent démontrer l'existence d'une matière s'étendant du Soleil à plusieurs millions de lieues et rendue visible, sans doute, par des particules solides, illuminées en partie par la réflexion de la lumière solaire, en partie par des décharges d'électricité vers le Soleil.

» Mon hypothèse a rencontré une confirmation plus directe dans les remarquables recherches spectroscopiques communiquées par le capitaine Abney, à la section A de l'Association britannique, au mois d'août dernier, et qui démontrent qu'il existe, faciles à observer distinctement, des composés carbonés, analogues probablement à l'éthyle, et à une basse température, entre l'atmosphère du Soleil et la nôtre. Les observations faites, en Amérique, par le professeur Langley avec son bolomètre, tendent, bien qu'elles aient été exécutées dans un tout autre but, à confirmer les résultats obtenus par le capitaine Abney sur le mont Riffel. On peut encore ajouter à ces preuves l'intéressante observation du professeur Schwedoff (encore inédite et qui m'a été communiquée, à la même occasion, par le professeur Sylvanus Thompson), suivant laquelle il est tombé quelquefois sur la terre de gros grêlons d'origine cosmique. Cette observation a, néanmoins, besoin d'être confirmée.

» En admettant ces observations comme fondées sur des faits, les considérations physiques ne manquent pas pour déterminer approximativement la densité actuelle de la vapeur stellaire, qui n'est, dans ce cas, fonction que de la température de l'espace. De ce que Gorschow a observé, le 30 novembre 1871, une température de $-63°$ C. dans les régions arctiques, il résulte que le milieu stellaire (qui, s'il est constitué par une vapeur, doit pouvoir intercepter les rayons calorifiques) doit se trouver à une température comprise entre $-63°$ et le zéro absolu ($-273°$); le rayonnement solaire doit y conserver une température quelconque ou, du moins, une température telle que la dissociation de ce milieu soit très active.

» C'est à Regnault que nous devons nos connaissances les plus exactes sur la densité des vapeurs aux différentes températures, mais ses recherches ne se sont pas étendues au-dessous de $-32°$ C. et ses formules ne sauraient s'appliquer rigoureusement au-dessous de ce point; elles permettent, néanmoins, d'estimer approximativement quelles pourraient être les densités d'une vapeur à de plus basses températures : c'est ainsi que nous sommes porté à croire qu'à $-130°$ la densité de la vapeur d'eau ne dépasse pas $\frac{1}{5000000}$ d'atmosphère. Admettons, de plus, que la masse gazeuse qui remplit l'espace interstellaire ne renferme que $\frac{1}{5}$ de vapeur aqueuse, les quatre autres cinquièmes étant composés d'hydrocarbures, d'acide carbonique et d'azote; la pression totale de la vapeur n'y dépasserait pas $\frac{1}{1000000}$ d'atmosphère.

» Ces vapeurs traverseraient l'espace, avec une vitesse égale, probablement, à la moitié de la vitesse tangentielle à la surface du Soleil, ou à 1^{km}

environ par seconde. On démontrerait facilement qu'une colonne de ces gaz dissociés, voyageant vers les surfaces polaires du Soleil avec cette vitesse, et prise à une distance de 5500000km du Soleil (égale à la distance moyenne de Mercure, la plus rapprochée de ses planètes), présenterait une section d'écoulement vers le Soleil égale à 140000 milliards de kilomètres carrés, bien plus que suffisante pour fournir la matière nécessaire pour céder par combustion la chaleur qu'il faut pour maintenir la radiation solaire.

» Peut-être l'éminent Directeur du Bureau des Longitudes sera-t-il conduit à penser qu'un milieu gazeux d'une densité égale au plus à $\frac{1}{1000000}$ de celle de notre atmosphère pourrait encore gêner les mouvements planétaires à un degré incompatible avec les faits constatés par les observations astronomiques : s'il en était ainsi, il suffirait d'admettre, pour ce milieu, une température plus basse encore et par conséquent une raréfaction plus atténuée pour la matière gazeuse interstellaire. »

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *Sur une extension des principes des aires et du mouvement du centre de gravité.* Note de M. **Maurice Lévy.**

« Considérons un système de n points matériels libres, soumis uniquement à leurs actions mutuelles, ces actions dérivant d'un potentiel Π qui contienne non seulement les coordonnées x_i, y_i, z_i de ces points, mais aussi les composantes x'_i, y'_i, z'_i de leurs vitesses.

» Les équations différentielles du mouvement sont

$$\left.\begin{aligned}
&(1)\qquad m_i\frac{d^2x_i}{dt^2}=\frac{\partial\Pi}{\partial x_i}-\frac{d\dfrac{\partial\Pi}{\partial x'_i}}{dt}\\
&(2)\qquad m_i\frac{d^2y_i}{dt^2}=\frac{\partial\Pi}{\partial y_i}-\frac{d\dfrac{\partial\Pi}{\partial y'_i}}{dt}\\
&(3)\qquad m_i\frac{d^2z_i}{dt^2}=\frac{\partial\Pi}{\partial z_i}-\frac{d\dfrac{\partial\Pi}{\partial z'_i}}{dt}
\end{aligned}\right\}\; i=1,2,3,\ldots,n.$$

» Elles admettent, comme on sait, l'intégrale des forces vives, quelle que soit la fonction Π ; mais, en général, elles ne satisfont pas aux principes des aires et de la conservation du mouvement du centre de gravité.

» Mayer a indiqué les conditions que doit remplir la fonction Π pour que ces deux principes soient applicables à de tels mouvements.

» Lorsque ces conditions ne sont pas remplies, les six intégrales des aires et du centre de gravité, si utiles dans la Dynamique ordinaire, font ici défaut.

» Mais il est facile de voir qu'on peut retrouver six intégrales qui subsistent quel que soit le potentiel Π et qui remplissent, relativement aux forces plus générales considérées ici, un rôle analogue à celui que remplissent les intégrales des aires et du centre de gravité relativement aux forces centrales.

» Si, en effet, on ajoute membre à membre les n équations (1), il vient

$$\frac{d}{dt}\sum_i\left(m_i x_i + \frac{\partial\Pi}{\partial x'_i}\right) = \sum_i \frac{\partial\Pi}{\partial x_i}, \tag{4}$$

et si l'on ajoute les $2n$ équations (2) et (3) multipliées respectivement par $-z_i$ et y_i, il vient, après une transformation facile,

$$\left\{\begin{aligned} &\frac{d}{dt}\sum_i\left[m_i(y_i z'_i - z_i y_i) + y_i\frac{\partial\Pi}{\partial z'_i} - z_i\frac{\partial\Pi}{\partial y'_i}\right] \\ &= \sum_i\left[y_i\frac{\partial\Pi}{\partial z_i} - z_i\frac{\partial\Pi}{\partial y_i} + y'_i\frac{\partial\Pi}{\partial z'_i} - z'_i\frac{\partial\Pi}{\partial y'_i}\right]. \end{aligned}\right. \tag{5}$$

» Le potentiel intérieur Π d'un système matériel libre est, de sa nature, une fonction indépendante du choix des axes de coordonnées. Il s'ensuit que les seconds membres des deux dernières équations sont identiquement nuls, le premier parce que Π ne change pas par une translation des axes parallèlement à celui des x, le second parce que cette fonction ne change pas par une rotation des axes autour de celui des x. Donc, ces deux équations et leurs analogues relativement aux autres axes fourniront *toujours* les six intégrales suivantes du problème de Mécanique considéré :

$$\left\{\begin{aligned} &\sum_i\left(m_i x'_i + \frac{\partial\Pi}{\partial x_i}\right) = \alpha, \\ &\sum_i\left(m_i y'_i + \frac{\partial\Pi}{\partial y'_i}\right) = \beta, \\ &\sum_i\left(m_i z'_i + \frac{\partial\Pi}{\partial z'_i}\right) = \gamma; \end{aligned}\right. \tag{6}$$

$$\left\{\begin{aligned} &\sum_i\left[m_i(y_i z'_i - z_i y'_i) + y_i\frac{\partial\Pi}{\partial z'_i} - z_i\frac{\partial\Pi}{\partial y'_i}\right] = \lambda, \\ &\sum_i\left[m_i(z_i x'_i - x_i z'_i) + z_i\frac{\partial\Pi}{\partial x'_i} - x_i\frac{\partial\Pi}{\partial z'_i}\right] = \mu, \\ &\sum_i\left[m_i(x_i y'_i - y_i x'_i) + x_i\frac{\partial\Pi}{\partial y'_i} - y_i\frac{\partial\Pi}{\partial x'_i}\right] = \nu, \end{aligned}\right. \tag{7}$$

ces six intégrales se réduisant à celles des aires et du centre de gravité dans le cas particulier où le potentiel Π ne contient pas les vitesses.

» Ces équations ont une signification très simple : si, à un instant quelconque, on mène par chacun des points mobiles m_i une droite D_i ayant pour projections sur les axes les premiers membres des équations (6), ces droites, composées comme des forces, restent statiquement équivalentes à elles-mêmes pendant toute la durée du mouvement.

» Donc, l'*axe de leur couple minimum ou axe central est une droite invariable* dans l'espace. C'est cette droite qui est l'analogue du *plan invariable* de la mécanique des forces centrales.

» Si l'on considère, en particulier, un système de deux points de masses m et m_1, de sorte que chacune des sommes entrant dans les équations (6) et (7) ne contienne que deux termes, en ajoutant ces six équations multipliées respectivement par

$$yz_1 - zy_1, \quad zx_1 - xz_1, \quad xy_1 - yx_1,$$
$$x - x_1, \quad y - y_1, \quad z - z_1,$$

le premier membre de l'équation résultante est identiquement nul et l'on a, entre les six coordonnées x, y, z; x_1, y_1, z_1 des deux points mobiles, la relation purement géométrique et *en termes finis*

$$\left.\begin{aligned} \alpha(yz_1 - zy_1) + \beta(zx_1 - xz_1) + \gamma(xy_1 - yx_1)\\ + \lambda(x - x_1) + \mu(y - y_1) + \nu(z - z_1) \end{aligned}\right\} = 0.$$

» Ainsi, *quel que soit le potentiel d'un système de deux points mobiles, il passe par chaque point de l'espace un plan fixe et un axe fixe tels que la projection sur le plan de l'aire du triangle, ayant pour sommet le point* O *et les deux points mobiles, varie proportionnellement à la projection sur l'axe de la droite qui joint ces deux points.*

» Lorsque le point O est pris sur la droite invariable, le plan fixe est perpendiculaire à cette droite et l'axe fixe coïncide avec elle.

» Ce théorème est, dans la Dynamique dont il s'agit ici, l'équivalent de celui qui, dans la Mécanique des forces centrales, dit que, si deux points s'attirent par des forces fonctions de leur distance, le mouvement relatif de l'un par rapport à l'autre est plan.

» Nous demanderons la permission, dans une prochaine Communication, de donner, des résultats qui précèdent, quelques applications se rattachant à la théorie mathématique de l'électricité ».

MÉCANIQUE. — *Sur les vibrations longitudinales des verges élastiques et le mouvement d'une tige portant à son extrémité une masse additionnelle.* Note de MM. **Sébert** et **Hugoniot.**

« Lorsque nous avons communiqué à l'Académie quelques extraits de nos recherches sur les vibrations longitudinales des verges (*Comptes rendus*, 31 juillet 1882), nous n'avions pas connaissance d'un très important Mémoire de M. Phillips, inséré au t. IX du *Journal de Liouville*, 1864, p. 25, dans lequel ce savant a résolu, avec son élégance et sa clarté habituelles, un certain nombre de problèmes de Mécanique pratique relatifs au mouvement des pièces des machines sollicitées longitudinalement par leurs extrémités. La méthode qu'il a appliquée à ces cas particuliers est semblable à celle dont nous avons fait usage; ses solutions sont en termes finis comme les formules qu'a données, en 1867, M. de Saint-Venant pour le choc longitudinal et comme celles que nous avons fait connaître récemment.

» C'est donc M. Phillips qui a le premier résolu, sans le secours des séries trigonométriques, des problèmes relatifs au mouvement des verges dont les extrémités sont soumises à des efforts ou animées de vitesses variables avec le temps. Il calculait directement la valeur des deux fonctions arbitraires $\varphi(x+at)$, $\psi(x-at)$, dont la somme exprime le déplacement éprouvé à l'instant t par le point dont l'abscisse est x. Nous nous sommes bornés, dans les différents cas que nous avons considérés, à déterminer les dérivées φ' et ψ', dont la connaissance suffit pour obtenir à chaque instant les vitesses et les dilatations pour tous les points de la verge; c'est d'ailleurs de la même manière qu'avait opéré M. de Saint-Venaut.

» Il est clair que la connaissance des fonctions entraîne celle de leurs dérivées; mais la considération directe de ces dernières nous paraît avoir l'avantage de mettre clairement en évidence le mécanisme élémentaire des phénomènes. En effet, la dérivée $\varphi'(x+at)$ représente une dilatation (ou contraction), ou pour mieux dire une onde qui se propage en marchant vers les x négatifs, tandis que la dérivée $\psi'(x-at)$ représente une onde qui se propage en sens contraire. Ces ondes n'éprouvent aucune modification pendant qu'elles parcourent la longueur de la verge; il suffit donc de déterminer celles qui prennent naissance aux extrémités et qui dépendent des conditions imposées à ces dernières.

» Considérons, par exemple, un cas traité par M. Phillips à propos du mouvement d'une tige de piston de machine à vapeur, savoir celui où l'une

des extrémités de la verge est invariablement reliée à une masse additionnelle de poids Π dont on néglige le mouvement intérieur, et qui est sollicitée elle-même par une force quelconque $F(t)$. Soit x_1 l'abscisse de cette extrémité supposée du côté des x positifs, et représentons par ϖ le poids spécifique, ω la section et E le coefficient d'élasticité de la verge; nous aurons, en exprimant que la masse $\frac{\Pi}{g}$ est en équilibre sous l'action de la force $F(t)$, de la réaction de la verge et de la force d'inertie :

$$\frac{\Pi}{g}a^2[\varphi''(x_1+at)+\psi''(x_1-at)]+E\omega[\varphi'(x_1+at)+\psi'(x_1-at)]-F(t)=0.$$

» Au point x_1 arrive une onde ψ' supposée connue par suite de l'état de la tige; au même point prend naissance une onde φ' qu'il s'agit de déterminer. Or l'équation précédente est linéaire et du premier ordre en φ'; et, en appliquant la méthode que nous avons employée précédemment (*Comptes rendus*, 14 août 1882, p. 340), on obtient aisément

$$(1)\quad \left\{ \begin{aligned} \varphi'(x_1+at) &= \psi'(x_1-at)+\frac{V_0}{a}e^{-\frac{a\omega\varpi}{\Pi}(t-t_0)} \\ &\quad + \frac{a\omega\varpi}{\Pi}e^{-\frac{a\omega\varpi}{\Pi}t}\int_{t_0}^{t} e^{\frac{a\omega\varpi}{\Pi}t}\left[\frac{F(t)}{E\omega}-2\psi'(x_1-at)\right]dt, \end{aligned} \right.$$

V_0 désignant la vitesse de l'extrémité x_1, c'est-à-dire de la masse additionnelle à un instant déterminé, mais arbitraire, t_0.

» Cette équation fait connaître, à chaque instant, la valeur de l'onde φ', mais on peut l'interpréter fort simplement. En faisant $t=t_0$, elle donne

$$\varphi'(x_1+at)=\psi'(x_1-at)+\frac{V_0}{a}.$$

Si V_0 est nul, $\varphi'=\psi'$; il y a au point x_1 réflexion sans changement de signe. Si $\psi'=0$, l'onde φ' qui part du point x_1, c'est-à-dire la dilatation (ou contraction), est égale au quotient de la vitesse de la masse additionnelle par la vitesse du son. De là, on conclut facilement le théorème énoncé depuis longtemps par Thomas Young, savoir que la barre subira une déformation permanente si $V_0 > a\delta$, δ désignant la proportion dont elle peut être allongée ou accourcie sans altération des propriétés élastiques.

» Supposant, en deuxième lieu, la force $F(t)$ nulle de t_0 à t, ainsi que l'onde ψ', la formule générale donne

$$a\varphi'(x_1+at)=V_0e^{-\frac{a\omega\varpi}{\Pi}(t-t_0)}.$$

Le produit $a\varphi'$ représente alors, puisque ψ' est nul, la vitesse de la masse additionnelle qui, comme on le voit, diminue en progression géométrique quand le temps croît en progression arithmétique. C'est ce qui arrive dans le cas d'un simple choc exercé à l'extrémité d'une barre par un corps de poids Π animé d'une vitesse V_0; la loi précédente est applicable tant que l'ébranlement produit en x_1 n'est pas revenu à son point de départ après avoir passé par l'extrémité opposée, aussi bien quand cette dernière est libre que lorsqu'elle est fixe. On peut voir aussi que le mouvement de la masse additionnelle est, pendant cet intervalle de temps, le même que si elle éprouvait, de la part de la barre, une résistance proportionnelle à la vitesse v de cette barre et représentée par $\frac{a\omega\varpi}{g}v$.

» Représentant de même, dans le cas général, par v la vitesse de la masse additionnelle à l'instant t, on a

$$v = a[\varphi'(x_1+at) - \psi'(x_1-at)],$$

de sorte que la formule (1) peut s'écrire

$$(2)\quad v = V_0 e^{-\frac{a\omega\varpi}{\Pi}(t-t_0)} + \frac{a^2\omega\varpi}{\Pi} e^{-\frac{a\omega\varpi}{\Pi}t}\int_{t_0}^{t} e^{\frac{a\omega\varpi}{\Pi}t}\left[\frac{F(t)}{E\omega} - 2\psi'(x_1-at)\right]dt;$$

on a ainsi la loi du mouvement de la masse $\frac{\Pi}{g}$, et il est facile de voir que ce mouvement est le même que si la masse était, à chaque instant, sollicitée par trois forces, savoir :

» 1° La force $F(t)$;

» 2° Une résistance proportionnelle à sa vitesse et représentée par $-\frac{a\omega\varpi}{g}v$;

» 3° Une troisième force représentée par $-2E\omega\,\psi'(x_1-at)$ dont la valeur est ainsi double de la tension totale qui correspond à l'onde ψ'.

» En effet, la masse $\frac{\Pi}{g}$ étant sollicitée par ces trois forces, on a, pour équation du mouvement,

$$\frac{\Pi}{g}\frac{dv}{dt} = F(t) - \frac{a\omega\varpi}{g}v - 2E\omega\,\psi'(x_1-at);$$

et, en intégrant de t_0 à t, on retrouve précisément la formule (2). »

PHYSIQUE. — *Nouvelles expressions du travail et du rendement économique des moteurs électriques.* Note de M. **Marcel Deprez.**

« Les formules qui font connaître le travail absolu et le rendement d'un moteur électrique en fonction de l'intensité du courant qui le traverse et de la force électromotrice inverse qu'il développe ne mettent pas en relief le rôle des éléments qui influent sur la marche du moteur.

» Elles contiennent, en outre, des symboles (force électromotrice, intensité d'un courant, résistance) dont la signification exacte est encore obscure pour beaucoup de personnes, plus versées dans l'étude de la Mécanique que dans celles de l'électricité.

» Ces considérations m'ont amené à chercher s'il était possible d'éliminer, des formules relatives aux moteurs électriques, les quantités électriques qui y figurent habituellement et de les remplacer par des expressions purement mécaniques. J'y suis arrivé, en me servant d'un élément auquel j'ai donné le nom de *prix de l'effort statique*.

» Je vais expliquer l'origine et la signification de ce terme.

» Lorsqu'on lance un courant dans un moteur électrique (1), la pièce fixe (inducteurs) et les pièces mobiles (anneau) deviennent le siège d'actions réciproques qui, par suite de la disposition de l'appareil, se réduisent à un couple que l'on peut mesurer en attachant un poids convenable à un frein dynamométrique agissant sur l'anneau. Ce couple est constant lorsque le courant est lui-même constant, quelle que soit la vitesse angulaire de l'anneau. Je définis ce couple par le poids qu'il faut appliquer à l'extrémité d'un bras de levier égal à $0^m,159$ (correspondant à une circonférence de 1^m de développement) pour l'équilibrer.

» Si l'on maintient l'anneau à l'état de repos en lui appliquant un couple égal et contraire à celui que développe le courant, le travail utile est nul, et cependant il y a dépense d'énergie sous forme de chaleur produite par le passage du courant. Ce fait constitue une différence essentielle entre le moteur électrique et les moteurs à vapeur, dans lesquels le simple développement d'une pression non accompagné de mouvement du piston n'exige qu'une dépense d'énergie insignifiante.

» Dans le moteur électrique, au contraire, j'ai démontré qu'il fallait,

(1) Dans tout ce qui va suivre, je suppose qu'il s'agit d'un moteur électrique parfait, appartenant à la famille des moteurs dont le professeur Pacinotti a créé le premier type.

pour créer un couple d'intensité donnée, dépenser une certaine quantité d'énergie qui se traduit sous forme de chaleur et qui, exprimée en kilogrammètres par seconde, est complètement indépendante de l'état de repos ou de mouvement de l'anneau, ainsi que du diamètre du fil enroulé sur les inducteurs et sur l'anneau, et par suite de sa résistance, pourvu que la forme extérieure et le poids de ce fil restent invariables.

» Elle a, d'ailleurs, pour expression en kilogrammètres par seconde $\frac{rI^2}{g}$, r étant la résistance du moteur exprimée en ohms, I l'intensité du courant exprimée en ampères, et g l'accélération due à la pesanteur.

» La quantité d'énergie développée dans la totalité du circuit est égale à RI^2, R désignant la résistance totale du circuit.

» Mais, sous les conditions exposées plus haut, lorsque le couple développé par le passage du courant a une valeur déterminée, la quantité d'énergie $\frac{rI^2}{g}$ engendrée par seconde sous forme de chaleur par le même courant est parfaitement déterminée, le diamètre du fil enroulé sur les inducteurs et sur l'anneau étant quelconque. On a donc

$$\frac{rI^2}{g} = (F),$$

F étant (en kilogrammes) l'effort qu'il faut appliquer à l'extrémité du bras de levier de $0^m,159$ pour équilibrer le couple produit par le courant. Cette fonction $\varphi(F)$ varie avec les dispositions et la grandeur absolue des moteurs; elle ne peut être généralement déterminée que par l'expérience

» De l'expression $\frac{rI^2}{g} = \varphi(F)$, on tire $\frac{I^2}{g} = \frac{\varphi(F)}{r}$, ce qui donne pour la quantité de chaleur $\frac{RI^2}{g}$ développée dans la totalité du circuit $\frac{R}{r}\varphi(F)$.

» Si, à cette quantité de chaleur, on ajoute le travail développé dans l'unité de temps par le moteur-récepteur, on obtiendra l'énergie totale développée par seconde dans l'ensemble du circuit, c'est-à-dire le travail dépensé par la machine génératrice ou par la source d'électricité.

» Cela posé, désignons par F_1 et F les couples développés respectivement dans la machine génératrice et dans la machine réceptrice par le passage du courant, et par V_1 et V les vitesses angulaires de ces machines; le travail absorbé par la génératrice dans l'unité de temps sera égal à F_1V_1, tandis que l'énergie développée dans l'ensemble du circuit sera égale à

$\frac{R}{r}\varphi(F) + FV$. Nous aurons donc l'équation

$$(1) \qquad F_1V_1 = FV + \frac{R}{r}\varphi(F).$$

» Le travail mécanique récupéré étant égal à FV, le rendement économique k a pour expression

$$(2) \qquad k = \frac{FV}{F_1V_1} = \frac{FV}{FV + \frac{R}{r}\varphi(F)} = \frac{V}{V + \frac{R}{r}\frac{\varphi(F)}{F}}.$$

» De l'équation (1) on tire $F_1V_1 - FV = \frac{R}{r}\varphi(F)$.

» Cette égalité signifie que, si l'on se donne le couple développé par la réception (en langage pratique, la charge du frein), la différence des travaux développés par seconde par la génératrice et par la réceptrice (c'est-à-dire le travail perdu) est constante, pourvu que le rapport de la résistance totale du circuit à la résistance de la réceptrice reste constant [1]. *On voit que ce travail perdu ne dépend pas des valeurs absolues de* R *et de* r, *mais seulement de leur rapport; il en est de même du rendement économique* k. Quant au rendement économique, il ne dépend que de trois quantités qui sont :

» 1° V, la vitesse de la réceptrice. Le rendement tend vers l'unité lorsque V augmente indéfiniment.

» 2° $\frac{R}{r}$, le rapport de la résistance totale du circuit à la résistance de la réceptrice. La valeur de ce rapport est toujours supérieure à 2 si les deux machines sont identiques.

» 3° $\frac{\varphi(F)}{F}$, c'est-à-dire le quotient du travail calorifique développé dans la réceptrice par le couple mécanique résultant du passage du courant. C'est à ce quotient que j'ai donné le nom de *prix de l'effort statique*. Le rendement économique à vitesse égale est d'autant plus voisin de l'unité

---

(1) Si les deux machines étaient identiques, on aurait

$$F_1 = F,$$

et, par suite,

$$V_1 - V = \frac{R}{r}\frac{\varphi(F)}{F},$$

d'où l'on conclut que dans ce cas la différence des vitesses des machines est constante quand la charge du frein et le rapport $\frac{R}{r}$ restent invariables.

que $\frac{\varphi(F)}{F}$ est plus rapproché de zéro. Or, tandis que l'on peut donner à V et $\frac{R}{r}$ des valeurs arbitraires indépendantes de la forme et de l'arrangement du moteur, la valeur de $\frac{\varphi(F)}{F}$ est au contraire absolument indépendante du diamètre des fils enroulés sur les inducteurs et sur l'induit; mais elle varie avec les dimensions relatives des inducteurs et de l'anneau et le mode d'enroulement des fils. Étant donné un poids déterminé de matière (cuivre et fer), il existe donc un mode d'arrangement pour lequel $\frac{\varphi(F)}{F}$ est un minimum (la valeur de F étant donnée).

» Si l'on réunissait n moteurs identiques agissant sur le même arbre et traversés par le même courant, le couple deviendrait nF et la dépense d'énergie nécessaire pour produire ce couple $\frac{nrI^2}{g}$; le quotient de $\frac{nrI^2}{g}$ par nF, c'est-à-dire $\frac{\varphi(F)}{F}$, aurait donc la même valeur pour cette collection de moteurs et pour un moteur unique. Si au contraire on prend un moteur unique géométriquement semblable à l'un de ces moteurs, pesant n fois autant que lui et par conséquent plus grand dans le rapport de $\sqrt[3]{n}$ à l'unité, le quotient $\frac{\varphi(F)}{F}$ décroîtrait dans un rapport plus grand que celui des dimensions homologues. Un moteur unique est donc supérieur à un ensemble de moteurs semblables pesant collectivement autant que lui. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur une modification à apporter à l'énoncé de la loi de l'isomorphisme.* Note de M. **D. Klein**, présentée par M. Wurtz.

« Mitscherlich, l'auteur de la remarquable découverte de l'isomorphisme, énonce comme il suit la loi de ce phénomène :

» 1° Deux corps sont dits *isomorphes* lorsque, présentant la même forme cristalline, ils peuvent cristalliser ensemble dans les mêmes cristaux;

» 2° Les corps isomorphes ont une composition chimique analogue.

» Or la Science est en possession, aujourd'hui, d'un ensemble de faits qui rendent nécessaire la transformation de l'énoncé de cette grande loi physique.

» Nous allons les énumérer dans l'ordre chronologique de leur constatation :

» 1° M. Scheibler a remarqué l'isomorphisme de la plupart des méta-

tungstates, bien qu'ils ne renferment pas la même quantité d'eau de cristallisation;

» 2° M. de Marignac, dans sa magnifique étude des silicotungstates, a constaté qu'il y avait isomorphisme parfait des silicotungstates acides de baryte et de chaux et de l'acide silicotungstique rhomboédrique. De plus, une petite quantité de potasse peut remplacer l'eau dans l'acide silicotungstique rhomboédrique sans que la forme cristalline soit altérée;

» 3° Le même auteur regarde comme isomorphes certains fluorures doubles et oxyfluorures doubles;

» 4° Nous-même, dans nos Communications antérieures, avons décrit un acide tungstoborique

$$9TuO^3,\ Bo^2O^3,\ 2H^2O + 22Aq,$$

isomorphe avec l'acide silicotungstique octaédrique de M. de Marignac

$$12TuO^3,\ SiO^2,\ 4H^2O + 29Aq;$$

un tungstoborate monosodique

$$9TuO^3,\ Bo^2O^3,\ Na^2O + 23Aq,$$

isomorphe avec les acides précédents; un tungstoborate diammonique

$$9TuO^3,\ Bo^2O^3,\ 2AzH^4O + 19Aq,$$

isomorphe avec un métatungstate d'ammonium décrit par M. de Marignac (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. IV, p. 76), et un tungstoborate dibarytique

$$9TuO^3,\ Bo^2O^3,\ 2BaO + 18Aq,$$

isomorphe avec le métatungstate correspondant.

» Une telle confusion de propriétés dans une recherche chimique des moins faciles était faite pour dérouter absolument l'observateur le plus attentif; cependant, comme ces produits dérivaient régulièrement et aisément les uns des autres, et que nous les obtenions d'une manière constante; que, de plus, nos analyses n'y indiquaient que des traces de silice; que beaucoup d'autres tungstoborates présentaient des caractères individuels nettement tranchés, nous nous sommes décidé, non sans une certaine appréhension, à publier le résultat de nos observations. D'ailleurs un caractère différenciait nettement les métatungstates des tungstoborates isomorphes, indépendamment de la différence de composition; les premiers donnent par éva-

poration à siccité avec l'acide chlorhydrique un dépôt pulvérulent très notable d'hydrate tungstique; les seconds ne présentent qu'une trace de décomposition.

» Cependant une circonstance se présentait, qui pouvait encore faire hésiter ; l'acide tungstoborique et l'acide silicotungstique présentent presque les mêmes circonstances de fusion.

» De plus, les deux acides présentent la même proportion centésimale d'eau.

» Pour lever tous les doutes, nous nous sommes permis de nous adresser à M. de Marignac, et l'illustre savant de Genève n'a pas hésité devant la tâche ardue de vérifier nos analyses; il a obtenu les mêmes résultats que nous, quant à la teneur, en silice et en eau, de l'acide tungstoborique.

» L'échantillon d'acide tungstoborique que nous lui avons envoyé contenait $\frac{5}{10000}$ de silice, soit $0^{gr},001$ pour 2^{gr} : cette trace de silice, presque impossible à éviter, par suite de l'attaque des vases, correspond à un peu plus de 2 pour 100 d'acide silicotungstique mélangé, ce qui peut-être altère, dans des proportions notables, le point de fusion de l'acide tungstoborique.

» Comment interpréter ces résultats? Dira-t-on qu'il y a isomorphisme entre l'eau, la potasse, la baryte et la chaux? Cela n'est pas admissible. Quelque incertaines que soient les formules que nous proposons pour les corps du genre tungstoborate, par suite de l'impossibilité d'obtenir un dosage satisfaisant d'acide borique, il n'en est pas moins démontré qu'ils ne contiennent pas 12 molécules d'anhydride tungstique et qu'un corps contenant 9 molécules de cet anhydride et 1 molécule d'anhydride borique peut être isomorphe avec un métatungstate, renfermant 4 molécules du premier anhydride, ou avec un silicotungstate, en renfermant 12, plus 1 molécule de silice.

» Déjà M. de Marignac (*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. III) avait expliqué cette anomalie en disant que deux composés, renfermant un groupe d'éléments en constituant la plus grande partie en poids, peuvent être isomorphes quand bien même les éléments par lesquels ils diffèrent n'ont pas une constitution atomique semblable : c'est précisément le cas des tungstoborates, des silicotungstates et des métatungstates dont nous avons signalé l'isomorphisme : MM. Scheibler et de Marignac avaient constaté l'isomorphisme de sels de même genre; pour la première fois nous signalons l'isomorphisme de composés de genres différents.

» De cet ensemble de faits il résulte qu'il y a lieu d'apporter à l'énoncé

de la deuxième partie de la loi de l'isomorphisme la modification déjà proposée par M. de Marignac : *Les corps isomorphes ont ou une composition chimique semblable, ou présentent une composition centésimale peu différente, tout en renfermant un groupe d'éléments communs ou de fonctions chimiques identiques, qui en forme de beaucoup la plus grande partie en poids.*

» Cette modification est d'autant plus nécessaire qu'il est probable qu'une étude approfondie des composés minéraux complexes multipliera les faits anormaux que nous signalons, qui, dans la chimie du tungstène, se reproduisent avec une constance remarquable. »

CHIMIE. — *Recherches sur la thorite d'Arendal.* Note de M. **L.-F. Nilson**, présentée par M. Berthelot.

« Parmi plusieurs minéraux rares, qui provenaient des environs d'Arendal (Norvège), M. Nordenskiöld trouva, en 1876, un silicate cristallisé en pseudomorphoses de la forme du zircone, et contenant environ 50 pour 100 de thorine et 10 pour 100 de protoxyde d'uranium. Au point de vue minéralogique, ce savant ne regarde ce minéral que comme une variété de la thorite, connue depuis longtemps. Plus tard, ce même minéral fut rencontré à Hitterö (Norvège), selon M. Lindström, puis à Champlain (New-York, U.-S.), selon M. Collier, qui l'appela *uranothorite,* parce qu'il la regarda comme une espèce particulière.

» Cette variété de la thorite me paraît offrir de l'intérêt, parce qu'elle contient l'uranium sous la forme de protoxyde. M. Zimmermann a prouvé dernièrement, d'une manière péremptoire, que cet oxyde correspond à la formule UO^2, et, la thorine étant probablement aussi composée d'une manière correspondante ThO^2, on pourrait présumer que les deux oxydes se remplacent dans la thorite en des proportions variables. Les volumes moléculaires des oxydes en question confirment cette hypothèse. Selon M. Peligot, la densité de UO^2 est égale à 10,15, et celle de ThO^2, selon mes déterminations récentes, est égale à 10,22. De là, on déduit les volumes moléculaires 26,79 et 25,87. Au point de vue chimique aussi bien que minéralogique, le minéral d'Arendal n'est qu'une variété, riche en uranium, de la thorite de Brevig, analysée par Berzelius en 1829.

» Cependant, il existe une différence entre les deux minéraux : Berzelius dit que l'uranium entre dans la thorite de Brevig comme UO^3. Il faut pourtant remarquer que celle-ci, contenant 2,43 pour 100 Mn^2O^3, dissoute dans l'acide chlorhydrique, dégage du chlore, et qu'on trouvera par

conséquent l'uranium comme trioxyde dans cette solution, d'autant mieux qu'il en entre seulement 1,64 pour 100. Le savant américain indique que l'uranothorite renfermerait aussi UO^3; mais c'est là assurément une inadvertance, car les propriétés de cette dernière s'accordent parfaitement, pour le reste, avec celles du minéral norvégien.

» Grâce à une allocation de *Las Hiertas Minne* (fondation en mémoire de *Las Hiertas*), j'ai pu traiter environ 2^{kg} de cette variété de la thorite d'Arendal, si rare et si précieuse. La thorine brute, extraite de là et précipitée d'abord avec de l'acide oxalique dans la solution des chlorures, pesa environ 950^{gr}.

» Pour en préparer un sulfate de thorium parfaitement pur, j'ai employé une nouvelle méthode, aussi simple que commode, fondée sur la solubilité très différente que ce sel et les sulfates des autres métaux qui s'y trouvent présentent vers l'eau à 0° et à 20°. En saturant 5 parties d'eau à 0° avec 1 partie de sulfate anhydre brut, et chauffant la solution jusqu'à 20° environ, on obtient du sulfate de thorium, sous la forme d'un précipité pesant, blanc, cristallin, contenant $\frac{2}{3}$ du sulfate dissous, tandis que les sulfates des autres métaux restent dissous dans l'eau mère. On lave le sel précipité avec de l'eau à froid, on évapore l'eau mère et on traite de la même manière le sulfate anhydre qu'on en a obtenu. Enfin, on obtient ainsi une solution qui, saturée à 0°, ne dépose plus aucun sulfate de thorium à 20°. Elle contient encore principalement ce sel et donne, quand on la traite par le sulfate de potassium, des sulfates doubles insolubles, ainsi que des sulfates doubles qui restent dissous. J'ai constaté que ces sulfates insolubles contiennent des sels de thorium, cérium et didyme, tandis que les autres renferment toutes les terres qui entraient dans l'ancienne erbine ($RO = 129,7$) et sont caractérisées par des bandes d'absorption dans le spectre; il y entre probablement aussi de l'yttria et de l'ytterbine.

» En examinant les terres précipitées comme sulfates doubles, j'ai observé les singuliers résultats que voici. Les sulfates anhydres des terres, d'où le didyme avait été éliminé par la décomposition partielle réitérée des nitrates, présentaient une couleur jaune aussi bien que leur solution et se décoloraient par l'acide sulfureux. Cependant, dès qu'on avait évaporé la solution décolorée et chassé l'acide sulfurique excédant, le sulfate anhydre reprenait la même couleur toutes les fois que l'on renouvelait l'expérience. Ce fait indiquait la présence du cérium, et il s'y trouva en effet; mais le changement de la couleur du sulfate anhydre resta inexplicable, jusqu'à ce qu'il me vînt à l'idée d'examiner comment un mélange des sulfates purs

de la thorine et du protoxyde de cérium se comporterait dans les mêmes circonstances. Leur solution aqueuse, traitée par l'acide sulfureux, fut évaporée : l'acide sulfurique excédant étant chassé, il restait un sel anhydre jaune qui se décolorait avec de l'acide sulfureux, etc. La couleur jaune est naturellement produite par la formation du cérisulfate. Les volumes moléculaires du bioxyde de cérium et de la thorine étant presque identiques : 25,45 et 25,87, on pourrait admettre qu'il se forme un sel double de ces oxydes, dans lequel la thorine et le bioxyde de cérium se remplacent, et que la thorine, pour le former, détermine le protoxyde de cérium Ce^2O^3 à se transformer en bioxyde CeO^2 aux dépens de l'acide sulfurique excédant.

» Autant que je sache, il n'a pas été observé jusqu'ici qu'un mélange des sulfates en question se comporte de cette façon.

» Quant au sulfate de thorium, on l'obtient à l'état hydraté et parfaitement pur, en répétant plusieurs fois le procédé que nous venons d'exposer. Quand il s'agit d'en éliminer quelques éléments à poids atomiques inférieurs à celui du thorium, le but est atteint dès que le poids moléculaire de la terre qui reste dissoute dans l'eau mère est identique avec celui de la terre qui se précipite comme sulfate hydraté. Quatre précipitations du sulfate suffisent alors, comme le démontrera une Note suivante. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Procédé rapide de dosage de l'acide salicylique dans les boissons.* Note de M. **A. Rémont**, présentée par M. Pasteur.

« J'ai publié, dans le *Journal de Pharmacie et de Chimie* (juillet 1881), le premier procédé de dosage de l'acide salicylique dans les boissons.

» Dans ce procédé, l'acide salicylique est extrait à l'aide de l'éther ; la solution éthérée, distillée, laisse un résidu qui, dissous dans l'eau, donne une solution qu'on traite par le perchlorure de fer; il se développe une belle coloration violette dont on compare l'intensité à celle qu'on obtient en traitant, dans les mêmes conditions, une liqueur titrée d'acide salicylique.

» Ce procédé exige des manipulations longues et délicates, et comme, aujourd'hui, on rencontre assez fréquemment l'acide salicylique dans les matières alimentaires et que la question de sa réglementation est à l'ordre du jour, j'ai pensé qu'il y aurait intérêt à faire connaître une méthode d'estimation rapide de cet agent antiseptique.

» Il existe déjà un procédé analogue, permettant de dire si un vin a été

plâtré d'une façon exagérée, en déterminant rapidement s'il renferme plus ou moins de 2^{gr} par litre de sulfate de potasse.

» Je supposerai la règlementation admise, et la proportion maximum d'acide salicylique fixée à 15^{gr} par hectolitre pour les diverses boissons alcooliques.

» J'établis, d'après cela, un type, en dissolvant dans un liquide exempt d'acide salicylique et analogue à celui que je dois essayer, du vin par exemple, la plus forte quantité d'acide salicylique tolérée par la loi, soit $0^{gr},15$ par litre.

» Je traite 50^{cc} de ce type par 50^{cc} d'éther, en agitant dans une éprouvette, à plusieurs reprises, puis j'abandonne au repos. J'ai observé que dans ces conditions tout l'acide salicylique était enlevé par l'éther, de telle sorte qu'en prélevant 25^{cc} de solution éthérée j'ai l'acide salicylique contenu dans un volume égal de vin. Ces 25^{cc} sont évaporés, à une température qui ne doit pas atteindre celle de l'ébullition, en présence de 10^{cc} d'eau, dans une capsule à fond plat. L'eau dissout ainsi l'acide salicylique, au fur et à mesure que l'éther l'abandonne, et une fois que celui-ci a disparu, on verse la solution aqueuse dans une éprouvette où on complète 25^{cc} à l'aide des eaux de lavage de la capsule. C'est cette solution aqueuse qui me sert d'*étalon*.

» Pour l'essai d'un vin quelconque, j'en prends 10^{cc} que je traite par 10^{cc} d'éther, comme je l'ai décrit plus haut : je prélève 5^{cc} de solution éthérée que j'évapore sur 1^{cc} d'eau, puis je complète 5^{cc}, après disparition du dissolvant, en versant le liquide et les eaux de lavage dans un tube gradué d'une capacité de 30^{cc} et d'un diamètre intérieur de $0^{m},015$. Dans un tube exactement semblable j'introduis 5^{cc} de liqueur *étalon*, puis je verse goutte à goutte, dans les deux liquides, une solution diluée de perchlorure de fer contenant par litre 10^{gr} de sel. On doit ajouter la solution ferrique tant que l'intensité de la coloration augmente, mais il faut éviter un excès toujours nuisible (trois ou quatre gouttes suffisent généralement).

» La comparaison des teintes peut suffire à l'expert; en effet, si la coloration obtenue dans le cas du vin incriminé est égale ou plus faible que celle de l'*étalon*, on est en présence d'un liquide rentrant dans les limites de la tolérance et l'on peut passer outre.

» Si l'on veut avoir une appréciation plus complète, on étend d'eau le liquide plus foncé, jusqu'à ce qu'on arrive à une intensité égale dans les deux cas, et on conclut, par le rapport des volumes, au rapport des poids d'acide salicylique.

» Il est bien préférable de prendre comme point de comparaison un liquide analogue à celui qu'on essaye (vin, cidre ou bière) plutôt qu'une solution salicylique directe, car la coloration violette du salicylate de fer est toujours un peu altérée par les matières étrangères enlevées à l'aide de l'éther.

» Ce procédé s'applique, sans modifications, aux jus de fruits et aux sirops ».

MÉTÉOROLOGIE. — *De la distribution de l'ammoniaque dans l'air et les météores aqueux aux grandes altitudes.* Note de MM. **A. Muntz** et **E. Aubin**, présentée par M. Schlœsing.

« L'ammoniaque existe dans l'air en proportions très minimes; mais son rôle est cependant considérable dans le développement des végétaux.

» On sait depuis longtemps qu'elle est amenée au sol par les eaux météoriques, et M. Schlœsing a fait voir récemment qu'elle est, en outre, absorbée par la terre végétale et même directement fixée par les organes foliacés des plantes. Loin d'être dégagée du sol, comme on le croyait autrefois, elle est incessamment enlevée à l'air par la surface des continents, où elle concourt à la formation des tissus des êtres organisés. L'atmosphère tendrait donc à se dépouiller d'ammoniaque, s'il n'y avait pas une cause de restitution. Dans l'ensemble de ses recherches sur ce sujet, M. Schlœsing a montré que la mer est le grand réservoir qui fait fonction de régulateur, rendant à l'atmosphère l'ammoniaque que lui enlèvent les continents, en vertu des lois qui règlent le partage de cette base entre l'air et l'eau.

» Il a montré de quelle manière l'azote combiné circule à la surface du globe, du milieu oxydant, le sol, au milieu réducteur, la mer, formant un cycle fermé.

» Dans le cours de ses recherches, M. Schlœsing a déterminé, par une méthode ingénieuse, permettant d'opérer sur de grandes masses d'air, le taux d'ammoniaque que contient normalement l'air circulant à une petite distance du sol; ses recherches ont été faites principalement dans un des quartiers excentriques de Paris.

» Pour apporter un contingent d'observations à ces notions nouvelles, nous avons fait quelques déterminations d'ammoniaque à une grande altitude. Les résultats devaient avoir de l'intérêt au point de vue de la constitution de l'atmosphère, puisqu'on ne possède aucune donnée sur l'existence de l'ammoniaque dans les hautes régions. Nous avons installé nos appareils

au sommet du Pic du Midi, à 2877^{m} au-dessus du niveau de la mer, dans un local mis à notre disposition par MM. le général de Nansouty et Vaussenat, et dans lequel nous avons installé un laboratoire muni de l'outillage nécessaire à des recherches de cette nature. Nous avons opéré par les procédés de M. Schlœsing, avec les appareils qu'il a bien voulu nous confier.

» Les déterminations ont toutes été faites le jour, de 6^{h} du matin à 6^{h} du soir; les résultats sont contenus dans le tableau suivant :

	Volume d'air employé.	Ammoniaque dans 100^{mc} d'air à 760 de pression et à 0° de température.
	mc	mgr
16 août 1882.......	33,88 à H = 544 et t = 10°	1,66
	Ciel clair, nuages dans les vallées et vent S.-O.	
17 août...........	57,93 à H = 545,3 et t = 9°	3,03
	Brouillard épais, vent O.-N.-O faible.	
18 août...........	62,50 à H = 546,5 et t = 12°	0,72
	Ciel clair, nuages dans les vallées, vent E.	
19 août...........	59,60 à H = 547,3 et t = 10°	1,28
	Temps beau, nuageux vers la fin, vent N.-O.	
20 août...........	67,67 à H = 546 et t = 9°	1,61
	Brouillard, vent O.	
21 août...........	70,71 à H = 546,5 et t = 12°	0,92
	Beau temps, brouillard vers le soir, vent variable.	
22 août...........	63,40 à H = 547,5 et t = 12°	0,89
	Ciel clair, vent E.	
23 août...........	63,30 à H = 544,6 et t = 10°	0,85
	Beau temps, vent E.	

» Ces chiffres ne s'éloignent pas sensiblement de ceux qui ont été obtenus à la surface du sol; nous voyons ainsi que l'ammoniaque est diffusée dans les diverses couches de l'atmosphère, dans des proportions comprises entre les mêmes limites, et que l'air venu du large, ayant traversé les mers, en contient des quantités du même ordre que celui qui circule sur les continents. Le nombre des expériences n'a pas été assez considérable pour que nous puissions en tirer des moyennes applicables à l'influence de la direction des vents, etc. La moyenne générale a été de 1^{mgr},35 pour 100^{mc} d'air.

» La présence de l'ammoniaque dans les régions élevées étant ainsi dé-

montrée, on doit s'attendre à trouver ce corps dans les eaux qui se condensent à ces altitudes. M. Boussingault, dans une importante série de recherches, et d'autres savants après lui, ont déterminé les quantités d'ammoniaque que contiennent les eaux météoriques recueillies dans les couches inférieures de l'atmosphère. Nous avons, au Pic du Midi, examiné les météores aqueux recueillis pendant notre séjour. Nous avons opéré sur 13 pluies, 7 neiges et 5 brouillards. Les chiffres trouvés pour les pluies sont compris entre $0^{mgr},80$ et $0^{mgr},34$ d'ammoniaque par litre, et généralement voisins de $0^{mgr},20$. Les eaux de brouillard en ont donné de $0^{mgr},19$ à $0^{mgr},64$; la neige de $0^{mgr},06$ à $0^{mgr},14$.

» En comparant ces chiffres à ceux qui ont été obtenus par M. Boussingault et par les autres observateurs, on les trouve bien inférieurs à ces derniers. La moyenne obtenue par M. Boussingault est de $0^{mgr},52$ par litre; celle de MM. Lawes et Gilbert est notablement plus élevée. Quoique le taux de l'ammoniaque dans les eaux pluviales soit soumis à de grandes variations, on peut dire qu'il y a une diminution manifeste dans les eaux météoriques recueillies au sommet du Pic. Cette diminution peut tenir à diverses causes : en ce qui concerne la pluie, il faut l'attribuer à la raréfaction de l'air, et par conséquent de l'ammoniaque, et à l'absence de nitrate d'ammoniaque dans les couches d'air traversées, absence que nous avons constatée et dont nous parlerons prochainement. Quant à la neige, nos observations ont toujours été faites sur de la neige presque sèche, incapable de condenser l'ammoniaque qui est en tension. La neige qu'on recueille à la surface du sol est généralement humide, et par suite elle condense l'ammoniaque de l'air; de plus, elle ramasse le nitrate d'ammoniaque qui existe dans des couches inférieures. Pour les brouillards que nous avons étudiés, ils sont formés ordinairement sur place, constituant des nuages qui, n'ayant pas traversé les couches inférieures, où elles eussent pu condenser l'ammoniaque de proche en proche, sont plus pauvres que les brouillards qui descendent à la surface du sol, ramassant l'ammoniaque sur leur parcours par des condensations successives, comme l'a établi M. Schlœsing.

» Nous aurons l'honneur d'exposer prochainement à l'Académie nos observations sur l'absence des nitrates dans l'air pris à de grandes altitudes. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Nouvelles recherches chimiques et physiologiques sur quelques liquides organiques (Eau des oursins, eau des kystes hydatiques et des cysticerques, liquide amniotique)*. Note de MM. **J. Mourson** et **F. Schlagdenhauffen**, présentée par M. Berthelot.

« I. *Eau des oursins.* — Les oursins (*Strongylocentratus lividus*, Brandt ou *Toxopneustes lividus*, Lacken) renferment dans l'intérieur de leur corps une eau qui est, de la part de quelques habitants du Midi de la France, l'objet d'un certain usage. Elle sert à exciter les fonctions digestives.

» La Médecine thérapeutique peut en retirer quelques profits, comme *eau minérale animale* analogue à celle des huîtres et susceptible d'être prescrite dans les mêmes conditions.

» A la dose d'un demi-verre par jour, elle possède une action tonique, reconstituante, eupeptique bien évidente. A dose plus forte, d'un ou deux verres, pris en une seule fois, elle produit des effets purgatifs semblables à ceux de l'eau de mer. Sa densité varie de 1028 à 1030.

» A l'état frais, sa réaction est neutre; mais, au bout d'un certain nombre de jours, elle se trouble et laisse déposer des flocons brunâtres avec odeur fétide, rappelant celle du sulfhydrate d'ammoniaque. Sa réaction devient alors alcaline et l'on y constate la présence de composés ammoniacaux et de sulfures, celle de matières organiques azotées et phosphorées.

» Sa composition chimique est ainsi représentée par 100 parties d'eau d'oursins (Toulon):

	Eau		$959^{gr},05$
	Matières solides		$40^{gr},95$
dont			
	Sels fixes		$37^{gr},40$
dont			
	Chlorure de sodium	$29^{gr},2940$	
	Chlorure de potassium	0,0523	
	Chlorure de magnésium	4,7658	
	Sulfate de calcium	1,9685	
	Sulfate de magnésium	1,2501	
	Carbonate de calcium	0,0692	
	Gaz		$34^{cc},00$
dont			
	Azote	$15^{cc},20$	
	Acide carbonique	18,00	
	Oxygène	0,80	
	Matières organiques		$3^{gr},55$

comprenant des matières grasses et de la lévithine (produit accidentel); une ptomaïne, en assez faible quantité; de l'urée 0,010 à 0,013; une matière albuminoïde 0,6195; d'autres substances non déterminées.

» D'après cette analyse, dont les résultats pour les sels fixes ont été comparés à ceux trouvés par Vogel et Laurent pour l'eau de mer (de Marseille et de Cette), on peut conclure que l'eau des oursins (Toulon) :

» 1° Est de l'eau de mer, moins oxygénée, plus chargée d'acide carbonique et d'azote, c'est-à-dire de l'*eau de mer modifiée par les produits de la respiration;*

2° Contenant de la matière grasse et de la lévithine, par rupture fortuite des glandes de la génération;

» 3° Des matières albuminoïdes propres à cette eau, car on les constate dans l'eau extraite avec les précautions voulues du corps de l'oursin, pour ne pas amener la rupture des glandes ovipares;

» 4° Des produits excrémentitiels, dont quelques-uns n'ont pas été définis, mais dont d'autres ont été parfaitement reconnus, l'urée et une ptomaïne.

» Au *point de vue physiologique*, l'eau des oursins, occupant une position interne dans le corps de l'animal, baignant tous les organes (intestins et glandes de la génération) à travers lesquels peuvent s'établir des phénomènes exosmotiques, doit être considérée comme un liquide faisant partie intégrante de l'animal, jouant le rôle de liquide d'excrétion.

» Les produits excrémentitiels y seront d'autant plus abondants que l'activité nutritive sera plus développée, c'est-à-dire que l'animal se trouvera en pleine période de frai.

On peut déduire de là que la ptomaïne, résultat du dédoublement des matières albuminoïdes, doit être plus abondante à l'époque la plus active du frai.

Cette ptomaïne a paru agir sur une grenouille, mais nous ne sommes pas parvenus à la tuer, à cause de la difficulté d'avoir en nos mains une dose suffisante pour produire une intoxication complète. Cette ptomaïne pourrait être la cause de certains accidents observés dans les pays chauds à l'époque du frai, après l'ingestion des produits alimentaires des oursins et de quelques mollusques (moules, huîtres, etc.)

» Cette hypothèse se justifierait par la présence, dans l'eau renfermée entre les valves de ces mollusques, de la même ptomaïne.

» Dans nos climats, ces faits ne sont pas à redouter pour les oursins, car il n'y a pas d'exemple connu d'intoxication.

» II. *Eau des kystes hydatiques et des cysticerques.* — Dans les *hydatites* vivantes, la nutrition se fait aux dépens du sérum sanguin, suivant les lois

de l'endosmose. Conséquemment l'albumine du sérum sanguin passe dans le liquide intérieur de l'hydatite pendant toute la période de son activité vitale.

» Les liquides hydatiques très clairs contiennent de faibles quantités d'albumine, que les procédés ordinaires par l'acide azotique et par la chaleur sont incapables de faire reconnaître.

Tous les liquides hydatiques renferment, dans leurs déchets nutritifs, des proportions variables d'une *ptomaïne,* qui doit être la cause des accidents toxiques (urticaire, péritonite souvent mortelle), observés dans quelques cas d'irruption de ces liquides dans une des grandes séreuses du corps humain, bien que nos expériences sur la grenouille ne nous aient donné aucun résultat, probablement par insuffisance de la dose de ptomaïne à notre disposition.

» Les déchets nutritifs, au nombre desquels figure la ptomaïne, résultat du dédoublement des matières albuminoïdes, sont en rapport avec cette activité nutritive.

» Leur abondance probable à l'époque de l'évolution des échinocoques et leur rareté dans ces périodes de repos de l'hydatite expliqueraient peut-être pourquoi l'irruption du liquide hydatique, dans une des grandes séreuses, a tantôt été suivie d'accidents plus ou moins graves, a tantôt été inoffensive.

» Tous ces liquides étant éminemment putrescibles, il y a lieu de tenir compte, dans la recherche des causes de ces accidents, d'une infection septicémique possible.

» Le liquide de la *grande vésicule du cysticerque tenuicollis,* présentant des proportions relativement considérables d'albumine et de ptomaïne, possède des propriétés vénéneuses très accusées.

» Les symptômes observés à la suite d'une injection hypodermique de ce liquide sont absolument ceux constatés à la suite de la piqûre de certains animaux venimeux.

» Ce liquide, injecté dans la cavité péritonéale des lapins, détermine leur mort avec des signes de décomposition du sang.

III. *Liquide amniotique.* — Une analogie très éloignée des fonctions physiologiques et de composition chimique du liquide amniotique avec deux des liquides précédents nous a engagés à faire sur lui des recherches dans le même sens.

» La présence d'une *ptomaïne*, en assez faible proportion, a été con-

stante dans le liquide amniotique humain, recueilli au moment de l'accouchement par une ponction des membranes.

» Si la toxicité de cette ptomaïne arrive à être prouvée, on pourra peut-être expliquer, dans quelques cas, certains accidents de la gestation, par sa présence en quantité anormale ».

ZOOLOGIE. — *Sur l'évolution des Péridiniens et les particularités d'organisation qui les rapprochent des Noctiluques.* Note de M. **Pouchet**, présentée par M. Robin.

« Nos connaissances, en ce qui concerne la reproduction, et par suite la place des Péridiniens dans le Catalogue biologique, sont encore fort obscures. Stein, dans son grand Ouvrage (1878), décrit une scissiparité chez le *Peridinium tabulatum* et *Glenodinium cinctum*; mais Bergh, dans sa monographie (1882), estime que les observations de Stein méritent d'être reprises. Les faits que nous signalons aujourd'hui révèlent un ordre tout nouveau de phénomènes dans la genèse de ces êtres.

» M. le Ministre de la Marine avait bien voulu cette année, comme les années précédentes, mettre à la disposition des directeurs du Laboratoire de Concarneau, le garde-pêche *la Perle*, commandé par M. le lieutenant de vaisseau Goëz, que nous ne saurions trop remercier ici de son zèle infatigable pour les Sciences. Nous avons donc pu pratiquer journellement la pêche au filet fin, dans la baie de Concarneau, au milieu des îles Glénan, dans l'anse de Camaret, etc.... Nous avons recueilli : *Ceratium furca*, Ehr. — *C. tripos* Nitsch. — *Idem* var. *megaceros*. — *Dinophysis acuta*, Ehr. — ? *Protoperidium pellucidum* Berg. — *Peridinium divergens*, Ehr. — ? *Diplopsalis lenticula* Bergh. — ? *Glenodinium cinctum* Ehr. — ? *Gymnodinium gracile*, Bergh. — ? *Prorocentrum micans*, Ehr.

» Les diverses variétés de *C. furca* et *tripos* s'étaient toujours présentées à nous, comme à tous les observateurs depuis O.-F. Müller (1786), isolées, d'égale taille et sans apparence de travail génésique quelconque, quand le 9 octobre, par le travers des roches de Penmarch, une seule pêche ne nous montra pas moins de trois formes de Cératiens, *C. tripos*, *idem* var. *megaceras*, *C. furca*, disposées en chaînes de deux, de trois individus et même de huit individus unis bout à bout. La mer était houleuse et nous étions à 4 ou 5 milles au large, par des fonds de 80^m à 100^m. C'est dans ces fonds probablement qu'on peut espérer trouver en formation ces

chaînes singulières. Le mode d'union entre les individus est le suivant : la corne aborale ou postérieure (antérieure de Stein) vient s'insérer par une extrémité tronquée, au bord gauche de la dépression ventrale du sujet suivant, juste au point de terminaison du sillon transversal. Ceci explique que la corne postérieure des Cératiens soit toujours tronquée. Les individus en chaîne étaient immobiles, ne montrant ni flagellum ni cils.

» Cette disposition et surtout l'évolution antérieure qu'elle suppose (il ne saurait s'agir ici d'une conjugation) tendraient à rapprocher les Cératiens des Diatomées et des Desmidiées, tandis que d'autres particularités semblent, au contraire, marquer une parenté de ces êtres avec les Noctiluques, encore plus étroite que ne l'admet Stein, plaçant, entre les Noctiluques et les Péridiniens, son groupe des Scytomonadines. En effet, les caractères d'un certain nombre de grands Cératiums, voisins du *C. divergens*, longs de $0^{mm},160$ environ, sont extrêmement remarquables : le protoplasma, abrité par la cuirasse, est légèrement rosé, avec un gros noyau sphérique et des gouttelettes d'apparence huileuse et de couleur chamois très clair (atténuation d'une belle teinte carminée qu'elles présentent parfois); l'être est asymétrique et comme tordu sur son axe; l'extrémité (tronquée comme toujours) de la corne aborale semble excavée en gouttière; enfin, sur le côté droit de la dépression ventrale proémine une forte saillie en forme de lèvre (Claparède et Lachmann, Stein). Or tous ces caractères se retrouvent d'une manière frappante chez les Noctiluques, surtout observées au moment d'une *montée* de ces êtres à la surface de la mer : Flagellum (Huxley, Robin, Stein); enveloppe hyaline, résistante, parfois nettement réticulée; coloration rose du protoplasma, avec noyau et gouttelettes huileuses de mêmes dimensions et de même couleur; asymétrie bien accusée dans la pièce basilaire du tentacule et la lèvre saillante du côté droit (Huxley, Robin).

» L'analogie devient encore plus manifeste si, au lieu des Noctiluques sphériques et flottantes, on considère les formes qui avaient déjà embarrassé Busch, et qu'on trouve, non plus à la surface, mais au fond des vases où l'on a recueilli le produit de la pêche. Chez ces Noctiluques, la charpente intérieure (formée non pas d'un style ou bâtonnet, mais de deux sortes de glumes) détermine, par ses extrémités, trois prolongements ou cornes : deux en avant, pointues et plus ou moins recourbées; la troisième, aborale, excavée en forme de gouttière. Enfin la taille de ces Noctiluques tricuspides ($0^{mm},190$) dépasse à peine celle des grands Cératiums, d'où elles semblent sorties pour se gonfler ensuite par l'accumulation de

liquides aqueux dans des lacunes primitivement indépendantes de leur protoplasma. Souvent même, sur ces Noctiluques, un pli saillant et courbe paraît garder encore le contour de l'ancienne couronne ciliaire. Quant au tentacule, nous n'avons pu établir s'il se dégage tout formé lors de la mue ou si son développement ne fait que précéder la complète expansion de la Noctiluque.

» A la vérité, malgré toutes les présomptions, nous n'apportons pas aujourd'hui la preuve décisive de cette évolution de certaines formes péridiniennes à la forme noctiluque, qui deviendrait ainsi une sorte de stade génésique. C'est encore une hypothèse dont la vérification reste subordonnée, soit à des recherches dans une direction nouvelle, soit à un hasard heureux comme celui qui nous montre, pour la première fois, à l'état sérial, des êtres aussi frappants et aussi souvent observés que *C. tripos* et *furca*. »

GÉOGRAPHIE. — *Carte hypsométrique de la Turquie d'Asie, publiée à Tiflis, sous la direction du général Stebnitzky.* Note de M. le colonel **Vénukoff**, présentée par M. Daubrée.

« M. le colonel Vénukoff, ancien secrétaire général de la Société de Géographie de Russie, fait hommage à l'Académie d'un exemplaire de la *Carte hypsométrique de la Turquie d'Asie*, à l'échelle de $\frac{1}{2100000}$. Cette Carte a été dressée et publiée tout récemment à Tiflis, par la section topographique de l'État-major de l'armée du Caucase, sous la direction du général Stebnitzky. Elle a pour base les travaux hypsométriques de nombreux voyageurs européens dans l'Asie Mineure, l'Arménie, la Syrie et la Perse occidentale, sans en excepter les ingénieurs au service du gouvernement turc et les géodésiens russes et anglais chargés de la délimitation des pays qui font partie de la Turquie, de la Perse et de la Russie. Le nombre total de points dont l'altitude est ainsi connue dépasse 2000, et ces points sont distribués à peu près dans tout le pays représenté sur la Carte; ils sont particulièrement nombreux dans l'Arménie et la Syrie et assez rares dans le Kurdistan et la Mésopotamie. On peut dire qu'à partir de la date d'apparition de ce dessin il est impossible de laisser la plupart de nos anciennes Cartes de l'empire ottoman sans corrections au point de vue de l'orographie, car lui seul nous donne la vraie idée du relief général du pays. Les auteurs ont employé *dix* différentes couleurs et nuances pour montrer les degrés d'élévation du sol au-dessus de la mer. Outre la Tur-

quie d'Asie, on y trouve les parties limitrophes de la Perse et du Caucase, de sorte que le Taurus, le Liban et le grand massif kurdo-arménien y sont représentés dans toutes leurs ramifications principales. Pour les études géologiques et climatologiques, pour la géographie des plantes et des animaux, dans l'Asie antérieure, c'est un document d'une importance considérable. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Action de l'huile sur les vagues de la mer.* Note de M. **Virlet d'Aoust.**

« A l'occasion des expériences de l'ingénieur anglais, M. Shieds, et des explications données, à ce sujet, par M. Van der Mensbrugghe, je me permets de soumettre à l'Académie quelques observations relatives à l'action calmante de l'huile sur les vagues de la mer. La connaissance de cette curieuse propriété remonte à la plus ancienne antiquité, puisque Pline et Plutarque, Aristote même, en font mention; mais, quoiqu'à peu près ignorée de nos jours, elle s'était cependant conservée chez quelques marins grecs.

» En effet, en 1830, voulant visiter les îles de la Thrace qui se trouvent dans la mer Égée, en dehors de toutes routes fréquentées, je dus fréter un petit cutter aux Dardanelles. Après avoir visité Ténédos et Imbros, je me dirigeai sur Samothrace. Mais nous ne pûmes aborder cette île, sans ports, par suite d'un très gros temps, et je dus continuer ma route vers celle de Thasos.

» Le patron de mon navire fit, à Thasos, un petit approvisionnement d'huile, et nous revînmes à Samothrace, où, bien que la mer se fût un peu calmée, les vagues déferlaient cependant encore avec assez de violence, sur ses côtes, pour rendre leur abordage dangereux. A environ un mille, nous commençâmes à répandre de l'huile à l'avant du navire, et, à ma stupéfaction, je la vis s'étaler avec une très grande rapidité, et les vagues s'aplanirent et se transformèrent, sous son action, en une de ces surfaces unies que les marins, sans savoir trop pourquoi, désignent sous le nom vulgaire de *mer d'huile*. Nous abordâmes donc facilement et sans le moindre danger. Postérieurement, j'ai répété plusieurs fois, par simple curiosité, l'expérience en pleine mer, et, chaque fois, les flots, plus ou moins moutonnés, s'aplanissaient à l'instant sur une étendue circulaire proportionnelle à la quantité d'huile répandue.

» En 1852, me trouvant dans l'Amérique centrale, au Mexique, et

sachant qu'il existait, dans l'isthme de Tehuantepec, des sources de pétrole, surgissant dans le lit du fleuve Coatzacoalu, vers son embouchure dans l'océan Atlantique et dans une espèce de baie déterminée par une avance de terre, sur laquelle se trouve le volcan en activité intermittente de Tuxtla, je pensai que cette émission d'huile, portée à la mer avec les eaux du fleuve, devait y produire un effet analogue à celui que j'avais autrefois expérimenté dans la Méditerranée. Aussi, dès que je pus me rendre de Mexico à Vera-Cruz, je ne manquai pas de m'aboucher avec quelques marins côtiers, afin de les interroger. Je les priai donc de me dire si, pendant que le terrible *norté*, vent du Nord, soufflait à Vera-Cruz, ils ne s'étaient pas aperçus que la mer fût plus calme dans la baie de Coatzacoalu. Ils me répondirent que, en effet, cette baie était ordinairement plus calme et qu'ils avaient souvent profité de ce calme pour y atterrir et y attendre que le *norté* eût cessé de souffler.

» Le même phénomène de l'amortissement des vagues par l'huile doit également se produire naturellement dans la mer Morte, dans la mer d'Azof et peut-être dans une partie de la mer Noire, qui reçoivent, elles aussi, dans leurs eaux, une certaine quantité d'huile minérale, qui y arrive par éjections sous-marines. Il serait fort intéressant que des observations suivies fussent faites sur ces différents points, lesquelles permettraient de pouvoir apprécier la force et l'étendue de l'action des huiles sur les vagues de la mer. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur la culture de l'opium dans la Zambésie.* Note de M. P. Guyot.

« C'est à Chaïma, près de Mopéa, à 6km environ du Zambèse et sur les bords du Quaqua, que l'an dernier nous avons visité cette exploitation intéressante à ce point de vue qu'elle est la première de ce genre introduite dans l'Afrique intertropicale.

» Après avoir remonté la rivière de Quilimane, on arrive près de Murumba, à l'embouchure de deux cours d'eau, le Muto et le Quaqua, que l'on peut suivre indifféremment pour se rendre à Chaïma.

» La culture est située dans l'espace compris entre les deux rivières; c'est en 1879 que les champs ont été ensemencés pour la première fois. En 1881, la culture occupait 300 ouvriers dont 250 Noirs et 50 Indiens.

» *Culture.* — Dès le mois de novembre, on brûle les herbes qui recouvrent le terrain, on laboure le plus profondément possible avec une houe

dont le manche est très court. Au bout de quelques semaines, l'herbe a de nouveau envahi la terre, on brûle une seconde fois, l'on bêche encore et l'on répète jusqu'à sept fois ces opérations successives avant que la terre soit prête à recevoir la semence.

» La terre, suffisamment ameublie et purgée de la végétation parasite qui tend à l'encombrer, est divisée en une série de carrés séparés entre eux par des bourrelets de terre et mis en communication avec un canal, placé à un niveau supérieur, qui sert à l'arrosage.

» La graine de pavot étant extrêmement ténue, on la mélange avec de la terre pour pouvoir opérer le semis.

» Quatre ou cinq jours après les semailles, les plants lèvent d'abord très dru. On les laisse croître en les sarclant soigneusement jusqu'à ce qu'ils aient atteint une hauteur de $0^{m},30$ environ. On éclaircit ensuite de manière à ne laisser qu'un pied par 4^{dmq} ou 5^{dmq}. On procède à de nouveaux sarclages, puis on butte.

» Alors la fleur apparaît, puis la capsule; le moment est arrivé de recueillir l'opium.

» *Récolte.* — On choisit un jour où le vent ne souffle pas et, au moment de la plus forte chaleur, on pratique trois ou quatre incisions sur chaque capsule. Le lendemain matin, des ouvriers viennent recueillir l'opium au moyen de cuillers dont le contenu est ensuite versé dans des sébilles en métal qui sont vidées, à leur tour, dans des caisses en fer-blanc doublées en bois, de 100^{lit} de capacité. Ces caisses, aux trois quarts pleines, contiennent environ 50^{kgr} d'opium.

» La capsule d'où l'on a extrait l'opium achève de mûrir et, vers la fin de septembre ou au commencement d'octobre, on la recueille, on la fait sécher et l'on en extrait la graine. Pour cette opération, on étend les capsules sur de grandes toiles, on les fait piétiner pour les écraser, puis l'on passe au crible et l'on vanne.

» La terre est alors à préparer pour une nouvelle récolte.

» En 1880, on a ensemencé 44^{ha} de terrain et près du double en 1881. L'opium a été récolté 75 jours après les semailles, tandis que dans l'Inde la récolte ne commence que vers le cent-dixième jour. Le produit à l'hectare a été, en 1880, de 55 à 60^{kgr} d'opium brut; le rendement moyen de l'hectare dans l'Inde ne dépasse guère 50^{kgr}.

» L'eau nécessaire à l'arrosage de la culture est fournie par deux lagunes récemment mises en communication ; le liquide y est puisé par une locomobile de 8 chevaux de force qui élève l'eau à $5^{m},50$ au-dessus du ni-

veau de la lagune, d'où elle coule dans la plantation par divers conduits. Une deuxième machine a dû être installée en 1882.

» Le travail de la terre à la houe nous a paru très primitif; le gérant de l'exploitation nous a dit avoir essayé le labourage à la charrue actionnée par des bœufs, mais ces animaux, très mal soignés, n'ont pu résister à une journée de travail, sous le soleil brûlant du pays.

» Le pavot ne redoute aucun parasite; le vent seul, au moment de la récolte, en compromet les résultats et peut la perdre complètement.

» L'opium recueilli se conserve indéfiniment dans les caisses dont nous avons parlé et à découvert. Il exhale une légère odeur, *sui generis,* mais ce n'est pas en cet état de pâte visqueuse qu'il est livré au commerce; ainsi, il ne serait bon que pour la pharmacie. Avant d'être livré au commerce, il est brassé avec 80 pour 100 d'une matière spéciale connue seulement des employés européens et formée en boules de 500^{gr}.

» Ces boules sont soigneusement mises dans des caisses qui en contiennent cent quarante; l'emballage se fait avec minutie. Au fond de la caisse on met un lit d'une poussière obtenue en broyant les capsules vides et les feuilles de pavots, on le recouvre d'une couche de coton indigène et l'on place les boules d'opium. On continue ainsi jusqu'à ce que la caisse soit pleine.

» Rendu dans l'Inde, l'opium du Zambèse vaut 50^{fr} à 60^{fr} le kilogramme. »

M. Neyreneuf adresse, à propos d'une Note de MM. Mallard et Le Châtelier, publiée dans la séance du 2 octobre, une réclamation de priorité relative à l'amplitude du mouvement vibratoire d'une masse gazeuse qui émet un son.

« Je rappellerai à cette occasion, dit-il, une expérience très simple qui montre la relation intime existant entre la vitesse de combustion et l'état de vibration du milieu gazeux. Un mélange formé de 1 d'air et de 1 d'oxyde de carbone brûle avec une grande lenteur dans une éprouvette ordinaire; il brûle au contraire avec une grande rapidité dans un petit tube à essai, tel que l'inflammation met en vibration la masse interne gazeuse. »

La séance est levée à 5 heures un quart. D.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 NOVEMBRE 1882.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

OPTIQUE. — *Sur l'observation comparative des raies telluriques et métalliques, comme moyen d'évaluer les pouvoirs absorbants de l'atmosphère.* Note de M. A. Cornu.

« L'étude de l'absorption des radiations ultra-violettes par l'atmosphère m'a conduit naturellement à examiner la corrélation qui peut exister entre ce phénomène et l'absorption des radiations visibles.

» Malheureusement, aux méthodes photographiques, dont les indications ont une sorte de valeur absolue, ne correspond aucune méthode photométrique pour la mesure absolue de l'intensité des radiations visibles : on ne peut procéder que par comparaison avec une source lumineuse parfaitement fixe comme éclat, suffisamment riche en radiations réfrangibles et dont l'obtention est difficile à réaliser.

» Aussi m'a-t-il paru plus simple de chercher à utiliser un phénomène secondaire qui se produit en même temps que l'affaiblissement général des radiations, à savoir, l'existence dans le spectre solaire de bandes sombres (Brewster) désignées sous le nom de *raies telluriques*, dont l'intensité croît avec l'épaisseur atmosphérique traversée. Ces bandes, vues avec un

spectroscope à faible dispersion, forment des teintes sombres sur diverses régions assez limitées du spectre : j'avais cherché d'abord à mesurer l'intensité comparative de deux régions voisines inégalement assombries par les bandes; mais les essais dans cette voie n'ont pas été satisfaisants : la différence de coloration des parties comparées, l'influence de la variation de la largeur de la fente du spectroscope rendent difficile toute détermination précise. Si, d'autre part, on augmente la dispersion pour pouvoir comparer des régions plus voisines comme coloration et pour atténuer l'influence de la fente, alors les bandes se résolvent en raies fines qui font disparaître l'uniformité des teintes à comparer.

» La possibilité des mesures photométriques échappe donc encore de ce côté : j'ai finalement été réduit à rechercher simplement des repères destinés à distinguer dans l'absorption atmosphérique des degrés bien définis, d'après l'intensité relative des raies telluriques. Réduit à ces termes, le problème est beaucoup plus simple : il consiste à comparer des raies telluriques dont l'intensité est *variable* suivant l'épaisseur atmosphérique traversée par le faisceau observé, avec les raies *fixes* des éléments métalliques qui sillonnent également le fond continu du spectre solaire.

» Cette méthode s'applique évidemment à toutes les bandes telluriques résolubles, quelle que soit la nature des substances qui les produisent : j'ai choisi de préférence l'un des groupes de bandes que les observations de notre confrère M. Janssen, d'Angström et d'autres physiciens ou météorologistes rapportent à l'action absorbante de la vapeur d'eau, le groupe voisin de la raie D de Fraunhofer : ce groupe présente le double avantage d'offrir des variations considérables d'intensité sur une région extrêmement lumineuse, ce qui permet l'emploi d'un appareil assez dispersif pour résoudre les bandes en raies très fines.

» La vapeur d'eau joue un rôle si considérable dans tous les phénomènes atmosphériques, et se présente en quantité si variable suivant les circonstances météorologiques, que l'étude de son influence s'impose avant celle de tous les autres éléments analogues.

» Mon premier soin a été de dresser la Carte exacte des raies telluriques et métalliques de la région choisie : c'est le résultat de cette première étude que j'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie, sous la forme d'une Carte spectrale exprimée en longueurs d'onde, des raies comprises depuis $\lambda = 587,40$ jusqu'à $\lambda = 602,60$ (l'unité étant le millionième de millimètre); le nombre total de ces raies est d'environ 200, dont 30 raies métalliques (Fe, Ni, Ti, Mn, Na) et 170 raies telluriques.

» L'échelle adoptée est quatre fois plus grande que celle des planches du beau Mémoire d'Angström : une échelle plus petite permettait difficilement de représenter les détails avec assez de finesse ou de précision. Cette Carte a été obtenue par le relevé micrométrique (¹) du quatrième spectre, fourni par réflexion sur un excellent réseau en verre argenté, dont les traits sont espacés de $0^{mm},002935$ et que je dois à l'obligeance de M. Rutherfurd : les images (obtenues avec le collimateur et la lunette d'un petit cercle de MM. Brunner) sont assez parfaites pour qu'on ait avantage à remplacer l'oculaire de la lunette par un microscope composé grossissant vingt-cinq fois.

» Les observations ont été faites à Courtenay (Loiret), pendant les mois d'octobre, novembre et décembre 1879, renouvelées pendant les années suivantes et, finalement, reprises et calculées à nouveau au mois d'octobre dernier.

» J'ai pu vérifier, conformément à l'opinion des physiciens précités, que les raies telluriques de ce groupe présentent une intensité qui varie en

---

(¹) La méthode employée est fondée sur le théorème suivant, qui ne me paraît pas avoir encore été signalé :

Si l'on observe l'un des spectres de diffraction dans le voisinage de la normale au plan d'un réseau fixe, les variations de la longueur d'onde des raies observées sont sensiblement proportionnelles aux variations de leurs distances angulaires relatives.

Le rapport de proportionnalité est égal au quotient de la distance constante a des traits du réseau par l'ordre du spectre observé.

Il en résulte que la connaissance de la valeur angulaire du tour de vis du micromètre permet de calculer la longueur d'onde de toutes les raies pointées dans le champ de la lunette, si l'on connaît celle de l'une d'elles en valeur absolue.

En effet, la distance angulaire δ d'une radiation diffractée λ, comptée, comme l'incidence i, d'un même côté de la normale au plan du réseau, est donnée par la formule

$$a(\sin i \pm \sin\delta) = n\lambda$$

($\pm$ suivant qu'on observe par *réflexion* ou par *transmission*.

D'où l'on conclut, si l'incidence est constante,

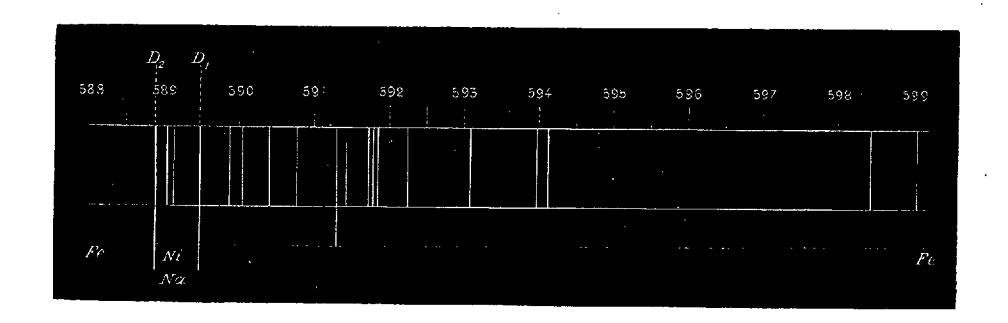
$$\frac{d\lambda}{d\delta} = \frac{a}{n}\cos\delta,$$

quotient qui se réduit à $\frac{a}{n}$ à moins de $\frac{1}{1000}$ près en valeur relative, lorsque δ est compris entre $\pm 2^\circ 32'$, c'est-à-dire dans un intervalle angulaire de plus de 5°.

Ce théorème, outre divers avantages purement optiques, réduit donc au minimum la difficulté du calcul d'interpolation, assez pénible dans la plupart des cas.

raison composée de la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'atmosphère et du chemin parcouru par le faisceau observé. Le phénomène a été particulièrement net pendant les grands froids de 1879 : je me bornerai à citer l'observation du 3 décembre faite par une température de — 11° : les raies telluriques voisines de D, très intenses dans le spectre du Soleil, à son lever, à cause de la longueur du chemin parcouru par le faisceau, s'effacèrent en moins d'une heure, à mesure que le Soleil montait sur l'horizon, à tel point que les plus beaux groupes devinrent à peine visibles; le spectre ainsi dépouillé ne présentait plus que les raies métalliques.

» Si l'on met à part ces cas exceptionnels d'une atmosphère desséchée par un froid intense, on peut dire que les raies telluriques principales sont toujours plus ou moins visibles pour un observateur exercé : on peut donc suivre la variation de leur assombrissement et pointer les heures ou mieux les hauteurs du Soleil qui correspondent à l'égalité de *noirceur* entre la raie choisie et les raies métalliques voisines. C'est un effet particulier, dépen-



dant de la largeur de la raie et de l'énergie de l'absorption, que l'œil parvient à apprécier avec précision et dont il faut se contenter en l'absence de tout autre moyen de mesure. Tel est le principe de la méthode d'observation que je me permets de signaler à l'attention des physiciens et des météorologistes.

» Voici la liste des principaux groupes de comparaison à recommander.

» L'ordre des groupes correspond à une absorption croissante : les raies sont désignées par leur longueur d'onde; le nombre entre parenthèses définit leur ordre relatif d'importance (de *un* à *dix*) : il est en chiffres arabes pour les raies métalliques fixes, en chiffres romains pour les raies telluriques variables.

» Le croquis ci-joint, à petite échelle, qui reproduit l'aspect général

des groupes dont il va être question, facilitera la détermination de ces raies en attendant la publication définitive de la Carte ([1]).

Raies telluriques.	Raies métalliques de comparaison.	Remarques.
589,88 (III) .... 590,04 (IV) .... 589,71 (V)	590,45 (8)	Les raies à comparer sont assez éloignées, ce qui rend la comparaison un peu incertaine.
593,09 (IV)	592,66 (8) 593,35 (7) 592,90 (6)	Comparaison facile et précise avec les trois raies successivement, mais surtout avec la deuxième et la troisième.
595,68 (VI) .... 595,72 (VI) .... 595,76 (VI)	595,57 (7)	Ce groupe de trois raies telluriques égales et équidistantes (que je propose d'appeler, pour abréger, le *petit triplet*) est très facile à retrouver et à observer.
590,41 (X)	590,45 (8)	Comparaison particulièrement précise.
591,72 (III) .... 591,78 (III) .... 591,84 (III)	591,30 (4)	Ce groupe de trois raies telluriques égales et équidistantes (qu'on peut nommer le *grand triplet*) est le plus reconnaissable de tous les groupes telluriques.
598,41 (VIII)	598,37 (5)	La raie tellurique est un peu estompée.
589,88 (III) .... 590,04 (IV) .... 589,71 (V)	589,48 (2)	589,48 est la raie D_1; l'absorption est déjà très énergique; les raies telluriques commencent à s'estomper sur les bords.

» Ces groupes de comparaison définissent des repères fixes dans la progression de l'absorption atmosphérique; chacun d'eux permet d'obtenir quelque chose de plus, à savoir : la mesure relative de la quantité totale de la substance absorbante qui produit la raie tellurique observée.

» En effet, réduisons, pour simplifier, la forme des couches atmosphériques à des plans horizontaux; on aura, d'après la loi de Bouguer, pour la proportion q de radiation transmise dans une direction faisant un angle h avec l'horizon,

$$q = a^{\frac{\varepsilon l}{\sin h}} \quad \text{ou} \quad \log q = \frac{\varepsilon l}{\sin h} \log a,$$

a étant le coefficient d'absorption de la radiation observée; ε la quantité totale de substance absorbante; l l'épaisseur du milieu absorbant dans

([1]) Le dessin est actuellement à la gravure et sera publié avec le Mémoire détaillé dans le *Journal de l'École Polytechnique*.

la direction zénithale; si, en deux circonstances différentes, on observe, dans le spectre solaire, l'égalité d'intensité de la raie tellurique produite par cette absorption avec la même raie métallique aux deux hauteurs du Soleil h, h', on en conclura la relation

$$\frac{\varepsilon}{\sin h} = \frac{\varepsilon'}{\sin h'};$$

donc *le rapport des quantités totales de matière absorbante est le rapport des sinus des hauteurs du Soleil pour lesquelles il y a égalité de la raie tellurique avec le même repère.*

» De là une méthode très simple pour évaluer relativement chaque jour et même à chaque heure la quantité totale de vapeur d'eau qui se trouve dans l'atmosphère : on aura évidemment autant de déterminations qu'on aura de couples d'observations d'un même repère.

» Si l'on considère comme rigoureuse la loi exponentielle admise par les météorologistes (voir *Comptes rendus*, t. XC, p. 943) pour la loi de répartition de la vapeur d'eau avec l'altitude, on conclut aisément que ε est proportionnel à la force élastique de la vapeur d'eau au lieu même d'observation, relation fort importante à bien des points de vue.

» Il resterait à indiquer les conséquences qui dérivent de cette loi de répartition de la matière absorbante avec l'altitude, à parler de la comparaison des repères entre eux, de la variation *séculaire* des lignes métalliques fixes et de la possibilité de l'apprécier. Mais ces développements entraîneraient en dehors des limites d'une simple Note : ils trouveront place dans le Mémoire détaillé.

» L'exposé rapide qui précède suffit pour montrer les ressources que peut fournir aux physiciens et aux météorologistes la méthode d'observation dont je viens d'indiquer le principe : il n'est pas inutile d'ajouter qu'elle résout d'une manière, sinon parfaite, du moins fort simple, un problème dont on n'avait pas encore, à ma connaissance, donné de solution. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Résultats des expériences faites à l'Exposition d'électricité sur les machines et les régulateurs à courants alternatifs;* par MM. **Allard**, **F. Le Blanc**, **Joubert**, **Potier** et **H. Tresca**.

« Les expériences ont porté seulement sur trois systèmes d'éclairage, dans lesquels on employait, avec des arcs voltaïques, des machines à courants alternatifs.

» Dans deux de ces expériences, on s'est servi de la machine magnéto-électrique de M. Méritens, avec une lampe de phare ou avec cinq foyers Berjot; dans la troisième, d'une machine dynamo-électrique Siemens et d'une machine excitatrice distincte, avec douze lampes Siemens.

» Pour l'interprétation des données de ces expériences, on a appliqué aux courants alternatifs les mêmes méthodes de calcul que pour les courants continus. La concordance entre les deux séries de rendements est tout à fait probante au point de vue de l'identité des résultats; cette identité justifie pleinement l'exactitude de la méthode.

» XIV. *Machine Méritens alimentant une lampe Serrin, pour phare.* — Cette expérience n'est complète qu'au point de vue de la mesure du travail dépensé et des résultats photométriques. La machine était montée d'une façon particulière : quatre groupes de quatre bobines accouplées en tension étaient réunis en quantité sur chacun des disques et se trouvaient ensuite associés sur le circuit unique de la lampe; par suite de ce mode de groupement, la résistance de la machine était extrêmement faible, $0^{ohm},036$. Aucune discussion des conditions électriques n'a pu être tentée sur l'expérience ainsi faite.

» Le travail mécanique dépensé par la machine et par la transmission a été mesuré à l'aide d'excellents diagrammes; l'intensité photométrique a été observée dans la direction horizontale seulement, et, conformément aux résultats des diverses séries d'expériences faites antérieurement sur les régulateurs de même système, alimentés par les machines de la Compagnie de l'Alliance, on a dû réduire le chiffre obtenu par le coefficient 0,9, pour en déduire l'intensité moyenne sphérique.

» XV. *Machine Méritens alimentant cinq foyers Berjot.* — La même machine, montée sur cinq circuits différents (quatre groupes de quatre bobines en tension, réunis en quantité sur chacun d'eux), a été employée à faire fonctionner isolément cinq foyers Berjot, dont un dans la chambre d'expérience; la première détermination photométrique a été obtenue en présence d'une résistance supplémentaire, introduite dans le courant de cette lampe, les quatre autres restant complètement libres; puis, par une observation spéciale, on a déterminé l'intensité photométrique à laquelle la lumière s'est élevée après la suppression de cette résistance.

» Le travail mécanique étant resté le même dans les deux circonstances, on a dû le considérer comme correspondant à la production de quatre lumières de la plus grande intensité, et d'une lumière de l'intensité moindre.

Quant aux données électriques, elles sont toutes relatives aux observations faites avec la résistance supplémentaire.

» XVI. *Machine Siemens, alimentant douze foyers Siemens.* — Cette expérience est une de celles qui présentent le plus d'incertitudes, par suite d'un fonctionnement dont la régularité laissait beaucoup à désirer.

» La machine à lumière était du type W.2, avec électro-aimants garnis de fil de 3^{mm},5 et bobine garnie de fil de 2^{mm},5 seulement.

» La machine excitatrice, distincte, qui actionnait la précédente était du type D.6; fil de même diamètre aux électro-aimants, et de 2^{mm} seulement à la bobine.

» Le travail moteur a été mesuré directement pour chaque machine au moyen d'un dynamomètre Hafner-Alteneck, interposé sur le cours de la courroie; deux observateurs devaient ainsi être préposés, en même temps, pour régler le jeu de ces instruments.

» L'une des courroies fonctionnait mal et elle est même tombée à diverses reprises.

» La machine alimentait trois circuits, chargés de quatre lampes chacun, et les observations photométriques ont porté sur le groupe des lumières d'un de ces circuits; les quatre lampes étaient allumées ensemble devant le photomètre.

» Après une assez longue période d'observations, on s'est décidé à ralentir un peu les vitesses des machines; le résultat photométrique a été plus favorable, et il nous a semblé que ces chiffres, meilleurs, étaient ceux qu'il convenait de mettre plus spécialement en regard des déterminations électriques et photométriques.

TABLEAU DES EXPÉRIENCES SUR LES MACHINES ET RÉGULATEURS A COURANTS ALTERNATIFS.

Indications.	Formules.	XIV. Méritens. 1 lampe Serrin des phares.	XV. Méritens. 5 lampes Berjot.	XVI. Siemens. 12 lampes en 3 circuits.
Observations mécaniques.				
Vitesse de l'excitatrice	Tours par minute.	0	0	1230
Vitesse de la machine à lumière	»	870	874	620
Travail dépensé par l'excitatrice en chevaux	»	0	0	2,60
Travail dépensé par la machine à lumière.	»	11,70	12,28	13,79
Travail moteur total	T^{chv}	11,70	12,28	16,39
Travail à circuit ouvert	»	»	4,55	»

Indications.	Formules.	XIV. Méritens. 1 lampe Serrin des phares.	XV. Méritens. 5 lampes Berjot.	XVI. Siemens. 12 lampes en 3 circuits.
Observations électriques.				
Résistance de l'excitatrice et de l'inducteur	r^{ohms}	»	»	3,25
Résistance d'un disque ou d'un segment de la machine à lumière	»	0,036	0,18	4,00
Résistance du premier circuit	»	»	0,41	0,62
Résistance totale du segment de machine et du circuit	R	»	0,59	4,62
Résistance des autres circuits	R'	»	0,72	8,00
Intensité du courant inducteur	i^{amp}	0	0	16,00
Intensité du courant induit du premier circuit	I	»	32,6	12,8
Intensité du courant induit des autres circuits	I'	»	35,8	12,8
Chute de potentiel dans l'arc	»	»	36	55,2
Travail de l'arc du premier circuit en chevaux	»	»	1,56	3,77
Travail de l'arc de chacun des autres circuits	»	»	1,71	3,77
Calculs électriques.				
Travail de l'excitatrice	$\frac{ri^2}{75g}$	0	0	1,13
Travail du premier circuit	$\frac{RI^2}{75g}$	»	0,85	1,03
Travail des autres circuits	$\frac{R'I'^2}{75g}$	»	1,25	1,79
Travail total des arcs d'après les mesures directes	t	»	8,40	11,31
Travail électrique total	T'^{chx}	»	10,50	15,26
Observations photométriques.				
Diamètre des charbons	millim.	23	20	10
Intensité horizontale	Carcels	1034	130 et 171	44
Intensité moyenne sphérique	l	931	117 et 154	39
Intensité sphérique totale	L	931	733	468
Rendements.				
Rendement mécanique total	$\frac{T'}{T}$	»	0,85	0,93
Rendement mécanique des arcs	$\frac{t}{T}$	»	0,68	0,69
Rendement électrique des arcs	$\frac{t}{T'}$	»	0,80	0,74

Indications.	Formules.	XIV. Méritens. 1 lampe Serrin des phares.	XV. Méritens. 5 lampes Berjot.	XVI. Siemens. 12 lampes en 3 circuits
Carcels par cheval mécanique..........	$\frac{L}{T}$	79,6	59,7	33,3
» par cheval électrique...........	$\frac{L}{T'}$	»	69,9	33,3
» par cheval d'arc..............	$\frac{L}{t}$	»	87,3	41,4
» par ampère..................	$\frac{l}{I}$	»	3,59	3,66

» En ce qui concerne plus particulièrement l'emploi des courants alternatifs, nous n'avons en résumé que trois expériences distinctes, très peu comparables entre elles, et dont l'une n'est même caractérisée par aucune donnée électrique.

» Pour les deux autres, les rendements sont presque identiques, bien que les intensités photométriques par cheval soient elles-mêmes très différentes; mais cette différence s'explique en ce que la lumière est répartie respectivement dans des foyers d'intensités très différentes.

» On remarque encore que le nombre des carcels par cheval mécanique va toujours en diminuant à mesure que l'intensité des foyers diminue.

» En ce qui concerne les deux séries d'expériences faites sur les différents systèmes de régulateurs, nous ne saurions apporter trop d'insistance à faire remarquer qu'il ne s'agit pas ici d'établir la supériorité de tel ou tel système; une pareille comparaison ne pourrait résulter que d'un très grand nombre de déterminations, assez variées à l'égard de chacun de ces systèmes, pour établir avec certitude les conditions qui produisent le maximum d'effet. Ici nous avons accepté les conditions qui nous étaient offertes par chaque installation, et nous ne pouvons avoir d'autre but que celui de faire connaître, d'une manière un peu moins incertaine que par le passé, les données habituelles de la pratique.

» Les colonnes relatives aux divers rendements présentent surtout, à ce point de vue, un sérieux intérêt.

» On remarque à première vue que le rendement mécanique total a une valeur extrêmement élevée, ce qui indique que les courants développés sont très bien recueillis dans toutes les machines actuelles, les petites pertes de travail ainsi constatées s'expliquant d'elles-mêmes comme résultat des résistances mécaniques passives des différents modes d'installations.

» Il est donc hors de doute que le travail réellement transmis à la bo

bine est pratiquement représenté en totalité par le travail disponible des courants électriques eux-mêmes, sauf ce qui incomberait aux actions des armatures de fer des machines.

» Quant à ce travail, il est également représenté d'une manière intégrale par le travail des arcs et par celui des résistances; le premier seul est utilisé dans l'arc voltaïque sous forme de chaleur et de lumière; l'autre est toujours perdu en chaleur disséminée dans les différentes parties de la canalisation.

» Le travail des arcs paraît un peu plus favorable par rapport au travail mécanique total pour les machines à grandes résistances, destinées le plus ordinairement à desservir un grand nombre de foyers, et c'est pour celles-là surtout que le travail électrique est le mieux utilisé; le rendement électrique des arcs peut ainsi varier du simple au double, et même au delà.

» Le nombre de carcels produit par chaque cheval électrique dépensé dans les arcs diminue d'une façon régulière à mesure que les foyers deviennent d'une moindre intensité lumineuse.

» Quant au rendement mécanique total, il ne dépend absolument que de certaines conditions locales, et il ne saurait en aucune façon caractériser chacune des différentes formes d'utilisation.

» Le tableau suivant pourra être, sous ces différents rapports, consulté avec intérêt.

Comparaison des rendements moyens des machines a courant continu suivant l'intensité des foyers lumineux.

Indications.	Formules.	Rendement moyen 1 lampe.	2 à 5 lampes.	10 à 40 lampes.	général.
Rendement mécanique total.....	$\frac{T'}{T}$	0,89	0,86	0,84	0,87
» » des arcs..	$\frac{t}{T}$	0,47	0,59	0,71	0,59
» électrique des arcs...	$\frac{t}{T'}$	0,53	0,70	0,84	0,69
Carcels par cheval mécanique....	$\frac{L}{T}$	55	60	50	54
» » électrique	$\frac{L}{T'}$	61	72	59	63
» » d'arc........	$\frac{L}{t}$	113	102	71	93
» par ampère............	$\frac{l}{I}$	8,1	6,6	3,8	6,0

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la nouvelle théorie du Soleil de M. C.-W. Siemens.* Note de M. **G.-A. Hirn.**

« A l'objection si grave qu'a présentée M. Faye contre la nouvelle théorie de la conservation de l'énergie solaire de M. Siemens, s'en ajoute une autre, très sérieuse aussi. Cette objection peut se résumer en peu de mots.

» On n'est pas généralement d'accord jusqu'à ce jour sur la valeur réelle de la température du Soleil. Le P. Secchi la portait à des millions de degrés. D'autres physiciens, en France particulièrement, l'abaissent à une vingtaine de mille degrés. D'après les magnifiques expériences de M. Langley (d'Allegheny), cette dernière somme est en tous cas un minimum. Ce qui est dès lors certain, si nous partons des beaux travaux sur la dissociation de notre regretté confrère Henri Sainte-Claire Deville, c'est qu'aucun des composés chimiques que nous connaissons sur notre Terre ne pourrait plus exister à la surface du Soleil. Tous, et les plus résistants dans nos laboratoires, seraient dissociés et réduits en leurs éléments constitutifs. C'est d'ailleurs là ce qui est admis dans la théorie actuelle du Soleil de M. Faye.

» La conséquence naturelle et immédiate du fait précédent, c'est que les composés chimiques que M. Siemens suppose dissociés peu à peu dans l'espace, par la radiation solaire, pourraient bien, en revenant sous l'action de la gravité et à l'état élémentaire vers l'astre central, se reformer et régénérer la chaleur qu'a coûtée leur dissociation dans l'espace; mais cette recombinaison ne pourrait s'opérer qu'à une distance notable de la photosphère solaire, et les composés reproduits, en tombant au sein de celle-ci, seraient de nouveau complètement dissociés. Cet acte coûterait donc toute la chaleur précédemment développée par la combinaison. Il suit de là évidemment que ce retour des éléments vers le centre ne profiterait en rien du tout à la conservation ou plutôt à la reproduction continue de la température solaire.

» Il me semble que la théorie de M. Siemens peut être soumise à une autre épreuve critique décisive. Si la radiation solaire, disons si la chaleur, visible ou non, émise ou renvoyée par n'importe quel astre, opère dans son trajet la dissociation chimique des composés hypothétiques disséminés dans l'espace stellaire, l'intensité de cette radiation doit être nécessairement

réduite par le travail positif opéré, et tout ce qui sert à ce travail est perdu pour la visibilité de l'astre.

» Il résulte de là, dès lors, que l'éclat du Soleil, des étoiles, des planètes, devrait diminuer selon une loi *beaucoup plus rapide* que celle du rapport inverse du carré des distances. Je dis *beaucoup plus rapide;* c'est *extrêmement rapide* qu'il faudrait dire. En effet, du moment que la recombinaison des éléments à la surface solaire serait capable de régénérer la chaleur émise, il est évident que toute cette chaleur émise serait employée à son tour à dissocier les composés chimiques dans l'espace. Pour que le Soleil pût être ainsi continuellement maintenu dans son énergie, il faudrait que la distance où il est visible, bien loin d'être illimitée, comme elle l'est probablement, fût au contraire restreinte, car partout où il serait encore visible, il y aurait de la lumière *non employée en dissociation* chimique, et par conséquent il y aurait encore une perte définitive *possible*. Rien dans l'aspect de nos planètes et de leurs satellites n'autorise, ce me semble, à admettre qu'il y ait, dans l'éclat de la lumière, une réduction autre que celle qui résulte du rapport inverse du carré de leur distance à l'astre central. Nous voyons des étoiles dont la lumière a mis au minimum trois années, d'autres dont la lumière a peut-être mis des milliers d'années à nous arriver. Rien de cette lumière n'a donc été employé en dissociation chimique; rien ne pourra leur en être restitué par la voie qu'indique la théorie, d'ailleurs si ingénieuse, de M. Siemens.

» Me sera-t-il permis, en terminant cette Note, de revenir sur l'objection formulée par M. Faye, et de la rendre en quelque sorte palpable par un exemple numérique? Dans un grand travail que j'ai en œuvre sur la constitution de l'espace stellaire, j'examine tout naturellement les conséquences qu'aurait sur le mouvement des planètes la résistance d'un gaz répandu dans l'espace. J'extrais de ce travail un exemple relatif à l'application de l'analyse au mouvement de notre Terre. D'après Laplace, la diminution ou l'augmentation que l'on pourrait attribuer depuis trois mille ans à la durée de notre année sidérale, en profitant de l'incertitude des observations, serait de quatre-vingt-dix secondes au maximum (modification dont rien d'ailleurs ne démontre la réalité). Acceptant comme effective une *réduction* de cette grandeur, j'examine quelle densité il faudrait à un gaz pour la produire, et je montre qu'il suffirait qu'il se trouvât 1^{kg} de matière en vapeur dans 700 milliards de mètres cubes, en d'autres termes, que la densité fût de $0^{kg},00000000000143$. Nous sommes loin, comme on voit, de la réduction au deux-millième, et même au millionième, ad-

mise par M. Siemens. Si, au lieu de nous occuper seulement de la résistance opposée par un tel gaz au mouvement de notre planète, nous portons notre attention sur les conséquences qu'aurait son existence sur celle de notre atmosphère, nous trouvons qu'à moins de multiplier nos 7 milliards de mètres cubes par 10000 et de réduire la densité cherchée à $0^{kg},0000000000000001$, notre atmosphère serait en peu d'instants *balayée* par la pression exercée en amont par le gaz interstellaire.

» M. Faye a parfaitement raison de dire que c'est, non telle ou telle raréfaction, mais que c'est le vide (*de matière*, s'entend) qu'il faut à l'astronome, pour assurer la stabilité des mouvements que constate son analyse. Ce vide sans doute fait tomber la doctrine, prétendue si claire, qui attribue tous les phénomènes du monde physique à des mouvements et à des chocs d'atomes matériels indépendants les uns des autres. Il faudra bien, un jour ou l'autre, que cette doctrine se résigne à cesser d'être; il faudra que ses défenseurs se résignent à admettre dans le monde physique autre chose encore que de la matière en mouvement. Dans une remarquable lettre à Bentley, Newton dit qu'il faudrait être dépourvu de toute aptitude à une discussion philosophique sérieuse pour admettre qu'entre deux corps qui semblent s'attirer à une distance illimitée il ne se trouve pas quelque chose qui établit ce rapport; mais il ajoute aussitôt : cet intermédiaire est-il matériel ou immatériel? C'est ce que je laisse au lecteur à décider. Pour ce grand génie, l'incertitude n'existait certainement pas sur ce dernier point; mais il s'est, peut-être avec raison, gardé de proposer à ses contemporains une solution qui eût pu leur sembler insaisissable, et qui l'est encore, paraît-il, pour tant d'esprits à notre époque. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions de sept lettres* [1].
Note de M. F. BRIOSCHI.

« 5. Pour démontrer que les expressions $\eta_\infty, \eta_0, \ldots, \eta_6$ sont, dans le cas indiqué, racines d'une équation du huitième degré, je considère les fonctions suivantes de λ, μ, ν :

$$L = \mu^2\nu^2 + \nu^2\lambda^3 + \lambda^2\mu^3, \quad M = \mu\nu^5 + \nu\lambda^5 + \lambda\mu^5, \quad N = \lambda^7 + \mu^7 + \nu^7,$$

entre lesquelles, à cause de l'équation identique (7), on a les relations

[1] *Comptes rendus*, séance du 16 octobre.

suivantes :

$$L^2 = -\lambda\mu\nu . N, \quad LN = M^2 + 3\lambda^2\mu^2\nu^2 M + 9\lambda^4\mu^4\nu^4,$$

et, en conséquence,

$$(9) \quad \begin{cases} L^3 = -\lambda\mu\nu(M^2 + 3\lambda^2\mu^2\nu^2 M + 9\lambda^4\mu^4\nu^4), \\ \lambda\mu\nu . N^2 = -L(M^2 + 3\lambda^2\mu^2\nu^2 M + 9\lambda^4\mu^4\nu^4). \end{cases}$$

» La forme ternaire biquadratique (7) a, comme il est connu, trois covariants des ordres 6ᵉ, 14ᵉ, 21ᵉ. Les deux premiers, que j'indique par H, K, peuvent s'exprimer, la forme étant identiquement nulle, par L, M, N de la manière suivante :

$$H = 5\lambda^2\mu^2\nu^2 - M, \quad K = N^2 - 1192\lambda^3\mu^3\nu^3 L - 232\lambda\mu\nu . LM.$$

Ces relations et les précédentes (9) conduisent à démontrer que

$$L^3 = -\lambda\mu\nu(49\lambda^4\mu^4\nu^4 - 13H\lambda^2\mu^2\nu^2 + H^2),$$
$$\lambda\mu\nu . K = -L(7^4 . \lambda^4\mu^4\nu^4 - 5 . 7^2 . H\lambda^2\mu^2\nu^2 + H^2);$$

or, les expressions H, K étant des covariants de la forme ternaire biquadratique (7), sont invariables par les substitutions des quantités λ_s, μ_s, ν_s (6) aux quantités λ, μ, ν : par conséquent, si l'on pose

$$z_\infty = -7\lambda\mu\nu, \quad z_s = -7\lambda_s\mu_s\nu_s,$$

et si l'on désigne par z l'une quelconque des quantités z_∞, z_0, z_1, ..., z_6, on trouve que chacune d'elles satisfait à l'équation

$$K^3 z^2 = (z^4 - 13Hz^2 + 49H^2)(z^4 - 5Hz^2 + H^2)^3.$$

» Mais, si l'on indique par Θ le covariant de l'ordre 21ᵉ, on a

$$K^3 + \overline{12}^3 . H^7 = \Theta^2.$$

On verra donc, en posant

$$\frac{K^3}{\overline{12}^3 H^7} = -J, \quad z = y\sqrt{H},$$

que

$$(10) \quad -\overline{12}^3 J . y^2 = PQ^3, \quad \overline{12}^3(1 - J)y^2 = R^2$$

en faisant

$$P = y^4 - 13y^2 + 49, \quad Q = y^4 - 5y^2 + 1,$$
$$R = y^8 - 14y^6 + 63y^4 - 70y^2 - 7.$$

Or, en déterminant le module k des fonctions elliptiques au moyen de la relation

$$J = \frac{4}{27}\,\frac{(1-k^2+k^4)^3}{k^4(1-k^2)^2},$$

les équations (10) sont deux formes différentes de l'équation modulaire pour la transformation du septième ordre des fonctions elliptiques (1); en conséquence, une quelconque des expressions η_∞, η_1, ..., η_6 données par les relations (8) satisfaisant à l'équation

$$\eta = 7.12.\omega^2.J^{\frac{1}{3}}H^{\frac{4}{3}}\frac{y^2}{Q},$$

on conclut que η_∞, η_1, ..., η_6 sont exprimables par les fonctions elliptiques. Enfin, si l'on pose l'une quelconque des racines x_0, x_1, ..., x_6,

$$x = \xi\sqrt[3]{H},$$

et si l'on désigne par ε la fonction (3), mais relative aux sept lettres ξ_0, ξ_1, ..., ξ_6, on aura

$$\varepsilon = 7.12.\omega^2 J^{\frac{1}{3}}\frac{y^2}{Q},$$

et les ξ_0, ξ_1, ..., ξ_6 seront racines de l'une ou de l'autre des équations

$$-\overline{12}^3.J = \xi^3 S^3, \quad \overline{12}^3(1-J) = J^2 U,$$

dans lesquelles

$$S = \xi^6 + 7\omega\xi^3 - 7(\omega+3), \quad J = \xi^6 + 4\omega\xi^3 - (\omega+3),$$
$$U = \xi^9 + 13\omega\xi^6 - (46\omega+111)\xi^3 - 27(5\omega-2).$$

Ces équations sont deux formes différentes de la réduite de l'équation modulaire du huitième degré, réduite calculée la première fois par M. Hermite (2). »

---

(1) Voir les travaux de M. Klein dans les *Mathematische Annalen*, Bd. XIV, XV, et ma Note, *Ueber die Jacobische Modulargleichung vom achten Grad*, Bd XV.

(2) *Annali di Matematica* (*Sur l'abaissement de l'équation modulaire du huitième degré*, 1859).

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Le tremblement de terre de l'isthme de Panama.* Note de M. DE LESSEPS.

« L'Académie sait que des secousses de tremblement de terre se sont fait sentir dans l'isthme de Panama pendant le mois de septembre dernier. Au premier moment, l'émoi a été d'autant plus grand dans le pays, qu'un phénomène semblable y était ignoré.

» Aucun phénomène atmosphérique, tant soit peu extraordinaire, n'a indiqué l'approche du tremblement de terre. La veille, où ont eu lieu les premières secousses, qui ont été de beaucoup les plus fortes, c'est-à-dire le 6 septembre, le ciel, à Panama, était resté à moitié couvert; vers 11^h du matin, une faible et fine pluie était arrivée de l'est, la mer était calme, l'atmosphère lourde et étouffante, bien que la température ne fût pas plus élevée que d'habitude.

» Les observations météorologiques de cette journée ont donné les chiffres suivants :

	6^h matin.	1^h soir.	9^h soir.
Baromètre	$758^{mm},13$	$757^{mm},74$	$757^{mm},76$
Thermomètre sec	$23°,4$	$28°,4$	$26°,6$
Thermomètre plongeur (île Naos)	$28°$	$30°,2$	$27°,8$
Hygromètre	90	79	81
Ozonomètre	5		6,5

	6^h soir.
Thermomètre à minima	$23°$
Thermomètre à maxima	$31°$

» Ces chiffres concordent exactement avec les moyennes des observations de tout le mois de septembre.

» On remarqua cependant, vers 4^h du soir, une brusque dépression barométrique de 3 à 4^{mm}, qui ne dura pas et que, au premier abord, on prit pour une annonce d'orage. A 10^h du soir, le ciel était serein, très lumineux; quelques rares cirrhus se traînaient mollement vers l'est; la chaleur était énervante, la tension électrique, surtout dans les endroits découverts et sur les bords de la mer, était pénible, fatigante à supporter. Un calme complet régnait dans l'atmosphère.

» A Gamboa, situé à peu près au milieu de l'isthme, entre Panama et Colon, où la Compagnie du Canal a installé une station météorologique, des éclairs, partant de gros nuages noirs qui couvraient l'horizon, du côté

du nord-est, sillonnèrent le ciel sans discontinuité, entre 8^h et 9^h du soir; le reste du ciel était très étoilé; puis ces nuages, s'étant notablement élevés, furent rejoints par un second orage venant de l'ouest; les éclairs se confondirent un instant, et peu à peu le ciel s'éclaircit tout à fait, sans que l'on eût entendu le tonnerre ni que la pluie fût tombée.

» A $3^h 10^m$ du matin, une première secousse, la plus violente, agite le sol de la ville de Panama, en un mouvement ondulatoire, intense, saccadé, rapide, paraissant procéder du nord-est au sud-ouest. Les objets mal équilibrés ou présentant une faible base, flacons, lampes, etc., se brisent en tombant, les meubles se déplacent. La trépidation semble atteindre son maximum vers la trentième seconde, puis elle diminue lentement et s'arrête enfin d'une manière subite; sa durée totale peut être évaluée de cinquante-cinq à soixante secondes.

» Une deuxième secousse, de trois à quatre secondes de durée, se produit trois quarts d'heure après; depuis lors et chaque nuit, de fréquentes mais très faibles ondulations se sont fait encore sentir.

» La première secousse passée, les habitants, redoutant une nouvelle commotion, s'empressent de se réfugier sur les places publiques. Nous sommes surpris, en parcourant la ville, du peu de dégâts que nous constatons.

» A la cathédrale, l'horloge arrêtée donne $3^h 25^m$; le sommet du frontispice, ornementation isolée et sans appui, s'est effondré en partie; les deux clochers, tours carrées d'une quarantaine de mètres de hauteur, n'ont subi aucune détérioration. Le *calbido* (chapitre) a été le plus maltraité; la galerie couverte du premier étage, formée par les piliers, reliés par des arcades et distancés de 4^m environ, s'est affaissée. L'hôtel de la Compagnie a quelques lézardes.

» Dans l'intérieur de la ville, des vieux pans de murs, quelques vieilles toitures clôturent la série des dégâts que nous avons à enregistrer.

» L'impressionnabilité des animaux, souvent observée en pareils cas, a pu une fois de plus être constatée ici. Durant la journée qui précéda la secousse, les perroquets, ici très nombreux et toujours très loquaces, devinrent tristes, anxieux et muets. Dès la nuit, les chiens poussaient de longs et plaintifs hurlements; dans leurs boxes, les chevaux s'agitaient avec inquiétude, comme à l'approche d'un danger.

» La mer, qu'il nous a été possible d'observer pendant et après la secousse, n'était que faiblement ridée à la surface. Sur les paquebots du *Pacific Mail*, ancrés dans la rade, les officiers ont observé cependant des mouvements de roulis et de tangage très caractérisés. Le capitaine du *Honduras* a pu croire un instant, tant distinct était le mouvement, que son navire chassait sur ses ancres et talonnait sur les récifs.

» Les courbes du marégraphe de l'île Naos ne présentent aucune anomalie dans le mouvement de la marée, qui, comme à l'ordinaire, est resté continu et régulier.

» A Colon, les effets observés paraissent moins importants encore que ceux que nous constatons à Panama. L'Hôtel international a légèrement souffert; quelques longues cre-

vasses, analogues à celles déjà étudiées sur quelques points de l'isthme, se sont ouvertes parallèlement au rivage. La statue de Christophe Colomb, donnée par l'impératrice Eugénie, a été légèrement déplacée sur son socle.

» Ici, le marégraphe accuse une perturbation assez vive de la marée : les flots montent et redescendent précipitamment à diverses reprises, donnant un écart maximum de $0^m,62$.

» A Gamboa, la sensation éprouvée par les employés de la Compagnie qui reposaient dans les maisons du campement, construites en bois et sur pilotis, a été comparée à celle qu'on éprouve dans un train qui a déraillé. Le mouvement de translation avait la direction sud-ouest. On a entendu en même temps un grondement souterrain qui a cessé tout à fait avec les oscillations.

» La Commission s'est transportée sur tous les points où l'on avait signalé des phénomènes extraordinaires. On ne parlait de rien moins que d'*éruptions de volcans*, de *jaillissements d'eau chaude ou de sable*, de *crevasses profondes d'où s'échappaient des émanations sulfureuses*, etc., etc.

» En réalité, ces phénomènes ne s'étaient produits que dans l'imagination des habitants de l'isthme.

» Quelques vieilles cases, quelques vieux pans de murs ont été renversés, et encore non complètement, à Chagres, ville d'un millier d'habitants située sur l'Atlantique; à Gatun et à Cruces, deux autres villes, de même importance, situées dans l'intérieur de l'isthme, ainsi que dans quelques villages intermédiaires. A Cruces cependant, l'église, vieille construction espagnole, bâtie en moellons et couverte d'une toiture très pesante, en tuiles du pays, s'est effondrée, entraînant avec elle deux des quatre murs de l'édifice.

» Il est étonnant que les dégâts n'aient pas été plus graves à Panama, ville espagnole qui date de deux siècles, dont les maisons sont en général mal construites, en mauvaise maçonnerie et sans ancrages reliant les murs; sans compter que bon nombre d'entre elles ont subi un ou deux incendies à la suite desquels on n'a pas retouché à leurs murailles.

» Le vaste hôpital que la Compagnie vient de faire construire sur le versant Est du Cerro Ancon, à $1^{km},500$ de Panama, n'a éprouvé aucune dégradation.

» Quant au chemin de fer de Colon à Panama, les dégâts se bornent à quelques fissures qu'ont éprouvées les culées de certains ponts peu importants, et cela seulement sur une des deux culées de chacun d'eux. Le plus important des ponts de la ligne, le pont de Barbocoas, qui consiste en deux culées et cinq piles en maçonnerie, supportant un tablier en fer, et qui

présente une ouverture totale d'environ 125^m, n'a éprouvé aucune dégradation.

» Les prétendues « crevasses profondes » du sol étaient de simples fissures dans les bords fangeux des cours d'eau, à une douzaine de mètres de distance au plus, et ne dépassant jamais en profondeur le lit du cours d'eau, ni en largeur un maximum de $0^m,10$. Ces fissures sont une conséquence immédiate des mouvements du sol et non de la commotion souterraine.

» Les « jaillissements d'eau chaude ou de sable », les « émanations sulfu» reuses » ont tout simplement consisté en quelques soulèvements dans la ville de Chagres, qui est bâtie sur une alluvion de l'estuaire du fleuve. Le sol, formé de cette alluvion, est à quelques décimètres seulement au-dessus du niveau de l'eau; il est naturel qu'en un pareil terrain le sable fluide des couches inférieures, se trouvant tout à coup comprimé par les oscillations du sol, se soit fait jour à la surface par des crevasses qui n'avaient, d'ailleurs, pas plus de 10^m de longueur et qui se sont refermées ensuite presque complètement. Le sable, quasi liquide, sorti de ces crevasses, avait une odeur caractéristique; ce sont là les « émanations prétendues sulfu» reuses » dont il a été parlé.

» Quant aux « éruptions de volcan », s'il y en a eu, ce ne peut être que fort loin et en dehors du territoire de l'isthme de Panama. Le fait n'aurait, d'ailleurs, rien d'étonnant; car on sait, comme l'ont fait remarquer au Congrès international de 1879 notre éminent confrère, M. Daubrée, et M. Huyssen, inspecteur général des mines en Allemagne, que, d'après l'atlas de Berghauss, la zone des volcans actifs s'étend surtout dans la région du Nicaragua pour disparaître complètement aux approches de l'isthme de Panama. Elle réapparaît ensuite au sud dans le Darien.

» Ce fut là une des raisons qui firent rejeter, au Congrès, le tracé de canal interocéanique par le Nicaragua, tracé qui avait le grave inconvénient d'entraîner la construction d'écluses sur un sol essentiellement volcanique.

» L'événement actuel, s'il prouve que l'isthme de Panama n'est pas absolument exempt de commotion souterraine, pas plus d'ailleurs qu'aucune région du globe, la France comprise, ne modifie pas le caractère constaté d'immunité relative de cet isthme comparé aux régions voisines; car l'histoire n'a conservé le souvenir d'aucun tremblement de terre, tant soit peu grave, qui y soit survenu dans les temps les plus reculés. En tout cas, il ne peut que confirmer la justesse des vues du Congrès, qui a recommandé, avant tout, l'établissement d'un canal maritime sans écluses; il n'est pas

non plus de nature à faire naître la moindre appréhension, en ce qui concerne la tenue des talus du Canal, puisque les conditions d'une bonne construction exigent déjà seules qu'on donne à ces talus une inclinaison suffisamment douce, en rapport avec la nature des terres, et que, d'après ce qu'on a vu plus haut, les fissures remarquées dans le sol à la suite des derniers mouvements ne se sont produites que superficiellement, et que, partout où il existe des berges escarpées, ces berges sont restées intactes. »

M. **Peligot**, en faisant hommage à l'Académie d'un Ouvrage qu'il vient de publier sous le titre de « Traité de Chimie analytique appliquée à l'Agriculture », s'exprime comme il suit :

« La première partie de ce Livre est consacrée à la préparation des réactifs et à leur emploi pour reconnaître les corps les plus usuels; elle est suivie de l'étude des produits si variés qui intéressent le plus l'agriculteur : les *terres arables* et les *calcaires*, les *eaux potables* et les *eaux résiduaires*, les *engrais*, les *cendres des végétaux*, les *céréales*, les *farines* et le *pain*, les *fourrages*, les *plantes saccharifères* et les *matières sucrées*, les *huiles*, le *beurre* et le *lait*, le *vin* et les *liqueurs fermentées*.

» Cet énoncé embrasse l'étude des diverses questions dont j'ai à m'occuper dans le cours de Chimie analytique de l'Institut national agronomique. J'estime qu'un enseignement de cette nature ne doit pas se borner à l'exposé des méthodes mises en œuvre pour reconnaître et pour doser les substances qu'on rencontre dans les produits agricoles : avant de décrire ces méthodes, il convient de bien préciser le but qu'on se propose d'atteindre. Au risque d'empiéter quelque peu sur d'autres enseignements, il m'a paru qu'il était nécessaire de rappeler l'origine et les propriétés des corps à analyser, les conditions les plus favorables à leur emploi ou à leur production, et, pour certains d'entre eux, les fraudes dont ils sont trop souvent l'objet.

» Je me suis abstenu de donner d'une manière générale et abstraite les procédés de dosage des corps, assez peu nombreux d'ailleurs, qu'on rencontre dans les végétaux ou qui concourent à leur développement. Les méthodes d'analyse des produits organiques ne s'appliquent le plus souvent qu'à des cas particuliers; elles sont variables avec la substance elle-même; aussi c'est à l'occasion de l'étude de cette substance qu'il convient, à mon sens, de décrire ces méthodes, en choisissant, à défaut des plus nouvelles, celles qu'une longue pratique a reconnues comme étant d'une exac-

titude suffisante pour les recherches qui intéressent spécialement la production agricole. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MM. de la Tour du Breuil adressent une nouvelle Note concernant leur procédé pour la séparation du soufre de sa gangue, au moyen d'un bain à une température supérieure au point de fusion du soufre :

« La disposition à donner aux appareils a pris une importance nouvelle, par suite des études qui ont dû être faites sur des minerais de nature spéciale, provenant de l'île de Milos (Grèce) et de l'île de Nisyros (Turquie d'Asie).

» L'immersion du minerai dans des cages ou paniers est devenue impraticable : la fusion du soufre était toujours lente et incomplète. On a dû adopter une disposition qui consiste dans l'emploi de deux cuves rectangulaires, communiquant par une tubulure qui permet de faire passer alternativement le bain bouillant d'une cuve dans l'autre : l'une des cuves est déchargée et rechargée pendant que l'autre fonctionne. L'orifice d'écoulement se compose d'une tubulure évasée vers l'extérieur, chauffée par la flamme et fermée intérieurement par un tampon que l'on manœuvre à l'aide d'une vis.

» Les minerais de Milos et de Nisyros se composent de sables, agglomérés par le soufre. Lors de la fusion du soufre, le minerai se désagrège, et le sable est entraîné par le courant liquide : pour éviter cet inconvénient, on a ménagé, au fond des cuves, une rigole centrale qui sert de collecteur, et qui a seule la pente nécessaire pour déterminer l'écoulement du soufre vers l'orifice d'évacuation. Deux grilles verticales, dont la disposition est indiquée par les dessins qui sont joints à la Note, achèvent d'assurer la séparation du soufre et de sa gangue.

» L'appareil ainsi modifié peut servir indistinctement aux minerais résistants et aux minerais pulvérulents. Il a été appliqué avec succès au traitement des *sterri* de la Sicile, c'est-à-dire des débris pulvérulents et très riches qui se produisent lors de l'abatage et de la manipulation du minerai. Ces *sterri*, abandonnés depuis l'origine des exploitations, en raison de l'impossibilité de les traiter par les *calcaroni*, se trouvent aujourd'hui en quantités considérables. L'emploi des nouveaux appareils, qui fonctionnent déjà en Sicile depuis plusieurs mois, a permis d'en obtenir un rendement de 30 à 70 pour 100, en soufre marchand, c'est-à-dire un rendement bien supé-

rieur à celui des minerais les plus riches, traités par les procédés des *calcaroni* ou autres.

(Renvoi à la Commission des Arts insalubres.)

M. G. **Cabanellas** adresse une Note portant pour titre « Résultats erronés que donneraient, pour les machines dynamo-électriques, les expressions mécaniques du travail et du rendement des moteurs, proposées par M. Marcel Deprez ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le tome CXXVII des « Mémoires de la Société nationale d'Agriculture de France »;

2° Un Volume intitulé « Revue de l'Exposition internationale d'Électricité ». (Extrait du Journal *Le Génie civil.*)

ASTRONOMIE. — *Sur la comète observée au Chili dans le mois de septembre.* Note de M. **de Bernardières**.

« San Bernardo, 26 septembre 1882.

» Cette comète a été vue, dit-on, pour la première fois, au Chili, dans la ville de Conception, le 10 septembre. Située fort près du Soleil, dans le nord-est, elle n'a pu être observée que de jour jusqu'à ces derniers temps. Après cette première apparition, des temps nuageux ont empêché de la revoir. Le 13 septembre, cependant, nous avons pu l'observer au théodolite, dans la matinée, et nous avons trouvé les résultats suivants :

Déclinaison de la comète	1° 22′ 40″ N.
Ascension droite	$11^h 30^m 47^s$

$0^h 47^m$, temps moyen de Paris.

» Le 20 septembre, nouvelle observation au théodolite, dont les résultats sont :

Déclinaison	0° 37′ 10″ S.
Ascension droite	$11^h 15^m 08^s$

$2^h 30^m 58^s$, temps moyen de Paris.

» M. Louis Niesten, astronome, chef de la mission belge, veut bien me communiquer, à titre gracieux, les résultats des observations qu'il a faites avec l'équatorial, au point de vue physique. Ses observations astronomiques ayant été effectuées avec des instruments dont les constantes n'ont encore pu être déterminées, ont besoin de corrections qui seront établies ultérieurement.

» La comète a été visible à Santiago depuis le 17 septembre au matin, quelques minutes avant le lever du Soleil. Le 18 septembre on a pu la suivre à l'œil nu jusqu'à $11^h 30^m$, avec la plus grande facilité : on distinguait parfaitement la partie de la queue avoisinant le noyau ; le bord de la queue était beaucoup plus lumineux du côté du nord que de l'autre côté. Le 20 septembre, l'éclat de la comète a un peu diminué; on a pu la suivre à l'œil nu jusqu'à $10^h 30^m$. Le 21 septembre, à 6^h du matin, le bord austral de la queue est une ligne droite, le bord septentrional est légèrement courbé et d'une intensité lumineuse plus accentuée; on distingue dans ce dernier bord une strie lumineuse bien apparente, que semble prolonger un jet lumineux du noyau; celui-ci est ovale, incliné d'environ 30° sur l'axe de la queue. Le 22 septembre, le noyau, d'une couleur orangée, a un diamètre de 9″ à 10″; la pointe la plus brillante de la queue a 10° de longueur, la branche septentrionale de la queue a une amplitude de 25°. Le 23 septembre, la branche la plus brillante de la queue a 7°, la partie septentrionale embrasse encore un axe de 22°. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la grande comète Cruls, faites avec l'équatorial Brunner de 6 pouces* ($0^m,16$), *à l'Observatoire de Lyon ;* par M. GONNESSIAT.

Dates. 1882.		Temps moyen de Lyon.	Ascension droite apparente.	Facteur log. parall.	Déclinaison apparente.	Facteur log. parall.	Nombre de comp.	Étoiles de comp.
		h m s	h m s		° ′ ″			
Octobre	10....	16.32. 0	10.25.39,15	$\bar{1}$,594n	−11. 3.38,5	0,821	1:1	a_0
	12....	17. 9.41	10.22.53,21	$\bar{1}$,550n	−12.16. 5,9	0,837	2:2	b_0
	22....	17.26. 1	10. 9.29,85	$\bar{1}$,435n	−16.15.54,9	0,869	6:6	*a*
	23....	17.34.34	10. 8. 6,90	$\bar{1}$,403n	−16.39. 8,7	0,874	5:5	*b*
	27....	16.33.24	10. 2.28,33	$\bar{1}$,494n	−16. 8.57,1	0,865	5:5	*c*
	31....	16.41.48	9.56.21,82	$\bar{1}$,344n	−19.37.30,1	0,888	8:8	*d*
Nov.	1....	16.49.20	9.54.45,30	$\bar{1}$,404n	−19.59.17,3	0,884	5:5	*e*
	2....	16. 8.23	9.53.10,83	$\bar{1}$,484n	−20.20.19,6	0,873	6:6	*f*
	3....	16.34.17	9.51.28,20	$\bar{1}$,414	−20.42.12,9	0,885	10:10	*g*
	5....	16.22. 3	9.48. 3,92	$\bar{1}$,418	−21.24.29,9	0,886	10:10	*i*
		»	9.51.28,92	»	−20.42.10,4	»	10:10	*h*

Positions des étoiles de comparaison.

Étoiles.	Ascension droite moyenne 1882,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1882,0.	Réduction au jour.	Autorité.
	h m s	s	° ′ ″	s	
a_0	10.24.30,18	+2,19	−10.57. 2,5	−10,9	408 Weisse.
b_0	10.23.12,85	+2,27	−12. 6.56,7	−10,9	»
a'.......	10.10.44,20	+2,48	−16.11.16,2	−10,0	10490 Arg. OEltzen.
b	10. 1.29,74	+2,53	−16.33.47,7	− 9,6	{ 10377 A. — OE., poids 1. 19750 Lalande, poids $\frac{1}{2}$.
c.........	10. 4.56,91	+2,62	−18. 1.18,3	− 9,7	19834 Lalande.
d.........	9.49.53,91	+2,77	−19.35.59,2	− 9,0	10315 Arg.-OEltzen.
e.........	9.50.14,69	+2,79	−20.11. 6,1	− 9,0	19470 Lal., 1 obs. mér., Paris, 1860.
f.........	9.57.40,21	+2,79	−20.21.35,6	− 9,3	{ 10317 A — OE., poids 1. 19663 Lal., poids $\frac{1}{2}$.
g.........	9.51. 2,22	+2,84	−20.41.42,2	− 9,1	19449 Lal.
h	9.52.15,44	+2,84	−20.37. 7,5	− 9,1	{ 10252 A — OE., poids 1. 19526 Lal., poids $\frac{1}{2}$.
i	9.47.28,33	+2,91	−21.23. 9,2	− 9,0	10186 A — OE.

» Ces comparaisons se rapportent à la partie la plus condensée du noyau, et l'étoile b_0 a été comparée à 20496 Lalande :

$$b_0 - 20496\ \text{Lal.} = -6^m 20^s,37 \quad \text{et} \quad +7'46'',8.\text{»}$$

ASTRONOMIE. — *Sur la grande comète australe, observée à l'Observatoire impérial de Rio-de-Janeiro.* Note de M. CRULS, communiquée par M. Faye.

« Grâce au système de communications télégraphiques organisé depuis quelque temps par la répartition des télégraphes du Brésil, aussitôt qu'un phénomène céleste est signalé de quelque point de ce vaste empire, l'Observatoire de Rio en est immédiatement avisé.

» Le 10 septembre dernier, nous reçûmes avis de la présence d'une comète, visible à l'œil nu, à l'est avant le lever du Soleil. Ce ne fut que le 12, vers $5^h 15^m$ (temps moyen de Rio) qu'elle fut entr'aperçue à l'Observatoire.

» Le ciel resta couvert dans la région de l'est, vers le matin, jusqu'au 22 septembre. Toutefois la comète continuait d'être visible dans d'autres parties du Brésil, et des dépêches nous apprirent qu'elle avait été vue en plein jour et à peu de degrés du Soleil, les 18, 19 et 20 septembre.

» Enfin le 25, à 4^h du matin, le ciel à l'horizon se montra limpide et permit d'assister à un spectacle d'une beauté au-dessus de toute expression. A ce moment, une partie seulement de la queue émergeait de l'horizon, et

l'aspect en était vraiment imposant, car c'était bien plutôt celui d'une colonne de feu que celui d'un faisceau de lumière. La queue était presque verticale sur la ligne de l'horizon et de forme conique assez prononcée, mesurant à sa partie la plus large environ 1° 30′, et à la base 40′. Rien ne peut donner l'idée de l'effet grandiose que produisait la vue de cette colonne de feu, à laquelle les couches inférieures de l'atmosphère donnaient une teinte jaune d'ocre, et qui se reflétait avec force dans les eaux de la baie de Rio. Si j'insiste sur l'impression que l'on éprouvait à la vue du phénomène, c'est que, pour un observateur attentif, il y avait là autre chose qu'un simple sujet d'admiration stérile. L'examen télescopique de la queue, à mesure que les parties plus voisines du noyau se laissaient voir, montrait, de toute évidence et sans qu'il y eût la moindre illusion d'optique, l'aspect d'un *courant* de lumière extrêmement vive, où se distinguaient des filets plus lumineux que les parties voisines, et l'ensemble donnait fortement l'idée que l'on peut se faire d'un jet de métal en fusion.

» Lorsque le noyau fut à quelque hauteur au-dessus de l'horizon, il se montra extrêmement brillant, et d'un diamètre d'environ 60″ d'arc. Un *courant* de lumière enveloppait le noyau, le contournait, et des deux côtés, à l'arrière, les deux filets s'élargissant et se confondant l'un dans l'autre, constituaient la naissance de la queue qui se prolongeait ensuite en conservant une intensité de lumière très notable sur une extension d'environ 10° à 12°. Suivant la ligne axiale de la queue, on remarquait une traînée plus sombre, et immédiatement à l'arrière du noyau, on notait un espace presque totalement privé de lumière, et d'une forme allongée qui allait en s'amincissant à partir du noyau sur une longueur d'environ 30′ d'arc. Cette particularité, jointe aux caractères généraux que présentait l'aspect de la comète aux environs du noyau, éveillait involontairement l'idée d'un *remous*, tel qu'il s'en produit en aval d'une pile de pont construite au milieu d'un fort courant, ou, plus exactement, rappelait le vide que laisse derrière lui, en traversant l'air, un projectile animé d'une vitesse suffisante.

» J'ai encore à signaler ici, d'abord, la courbure assez sensible que présentait la queue, et dont la convexité était tournée du côté du sud; ensuite une différence très marquée dans la netteté des bords, le bord convexe étant assez vif et bien tranché, tandis que le bord concave était vague et estompé; examiné sous un faible grossissement (8 à 10 fois), il était plutôt de nature vaporeuse.

» Autour du noyau, on notait également une chevelure qui présentait une largeur de près de 20′ d'arc, mesurée suivant une ligne passant

par le noyau et normalement à l'axe de la queue. Cette chevelure était extrêmement peu lumineuse, quoique nettement visible dans le champ de la lunette du grand équatorial munie d'un oculaire amplifiant 60 fois.

» Considérée dans le sens de la longueur et sous le rapport de l'intensité lumineuse, la queue se composait d'un faisceau très lumineux, s'élargissant sensiblement à partir du noyau sur une extension d'environ 12°, et qui se terminait en quelque sorte brusquement. Une partie de la queue se prolongeait ensuite, mais sous un aspect tout autre. Du côté convexe où se notait le bord le plus net, un faisceau lumineux très pâle, ayant environ en largeur les $\frac{2}{5}$ de l'épaisseur de la queue à son extrémité la plus large, s'étendait sur une longueur de 15° environ, ce qui portait la longueur totale de la queue à près de 30°. En réalité donc, et c'est ce qui constituait une des particularités les plus remarquables et saisissantes de l'aspect de la queue, celle-ci était formée d'un faisceau très lumineux, légèrement recourbé, s'élargissant à partir du noyau sur une longueur de 12° et qui se terminait, pour ainsi dire, brusquement, présentant à cette extrémité l'aspect d'une rupture, et puis ensuite se prolongeait sur une longueur de 15°, ce prolongement ayant une largeur beaucoup moindre et d'intensité lumineuse incomparablement plus faible que l'autre moitié de la queue ([1]).

» Qu'il me soit permis de commettre ici une indiscrétion, bien pardonnable, je l'espère, puisqu'elle est faite dans l'intérêt de la Science, et de reproduire l'opinion de S. M. l'Empereur don Pedro II, qui a pu contempler la comète dès le 25 septembre, et qui, la comparant à celle de 1843, s'est exprimé ainsi :

« J'ai bien observé celle de 1843. Elle n'était pas si remarquable par l'éclat du noyau et de la queue, mais elle présentait une bien plus grande longueur. Je l'ai vue à l'œil nu tout près du Soleil le 28 février, phénomène qui a caractérisé aussi la comète actuelle; quelques jours après, je l'ai examinée au coucher du Soleil et pendant plusieurs heures; la queue atteignait presque le zénith, le noyau à chevelure se trouvant à peu de hauteur sur l'horizon. »

Analyse spectrale de la grande Comète australe.

» Le spectroscope dont nous avons fait usage est à vision directe, à cinq prismes, de Hoffmann.

» Le spectre du noyau était extrêmement lumineux, presque comparable, pour l'éclat, à celui de Sirius. Le spectre continu se distinguait nettement depuis le rouge jusqu'au violet, sur un espace qui s'étendait environ

---

([1]) C'était probablement une seconde queue de la comète. (H. Faye.)

depuis la ligne B jusqu'à la ligne G. On voyait distinctement, malgré leur faiblesse, un certain nombre des lignes de Fraunhofer. Sur ce spectre continu se détachait admirablement un groupe de raies brillantes : celles du sodium et du carbone. L'intensité de la lumière émise par le noyau était telle que j'ai pu diminuer l'ouverture de la fente à moins de $\frac{1}{4}$ de millimètre. Avec cette largeur de fente la raie du sodium était d'une grande finesse et les bandes du carbone, surtout α et δ, laissaient voir parfaitement les dégradations successives des raies estompées qui les composent. Toutefois la raie D du sodium n'était pas dédoublée.

» La moyenne de plusieurs mesures micrométriques ont donné pour la position de ces diverses raies (t = tours du micromètre) :

Sodium	α	$38^t,15$
Carbone	δ	42,12
	α	50,43
	γ	62,58

» Ayant ensuite déterminé les positions des raies spectrales de la flamme bleue du gaz d'éclairage fournie par un bec de Bunsen, dans laquelle nous avons introduit du chlorure de sodium, nous avons trouvé, pour la position des diverses raies :

Sodium	α	$37^t,86$
Carbone	δ	41,60
	α	50,00
	γ	62,30

» La présence simultanée du sodium et du carbone ou de l'un de ses composés semble donc prouvée par la concordance des mesures données plus haut.

» Le spectre de la queue reproduisait l'aspect de celui du noyau, les raies étant seulement beaucoup plus faibles, quoique bien visibles, tant celle du sodium que du carbone. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions du genre zéro et du genre un* [1]. Note de M. **Laguerre**, présentée par M. Hermite.

« Soit $\Phi(x) = A_0 + A_1 x + \ldots + A_n x^n$, un polynôme entier du degré n, dans lequel les coefficients $A_0, A_1, \ldots, A_n$ sont des fonctions du nombre n.

(1) Sur ces dénominations voir, dans les *Comptes rendus*, ma Note du 23 janvier 1882, *Sur quelques équations transcendantes*, et le Cours professé à la Sorbonne par M. Hermite en 1881-1882, p. 72.

Supposons que, n croissant indéfiniment, $\Phi(x)$ ait pour limite une série $F(x)$ convergente pour toutes les valeurs de la variable; supposons en outre que $\Phi(x)=0$ ait, pour toute valeur de n, ses racines réelles et de même signe (il suffit même que l'on puisse assigner un nombre p, tel que cette propriété ait lieu pour toute valeur de n supérieure à p), je dis que $F(x)$ est égale au produit d'une fonction entière du genre zéro par une exponentielle de la forme e^{ax+b}, où a et b désignent des quantités constantes.

» Soient, en effet, $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n$ les racines de l'équation $\Phi(x)=0$ que je supposerai, par exemple, toutes positives et rangées par ordre de grandeur, en sorte que l'on ait $\alpha_1 \leq \alpha_2 \leq \alpha_3, \ldots$; on a $\sum \frac{1}{\alpha_i} = -\frac{A_1}{A_0}$, quantité qui tend vers une limite finie ρ, et l'on conclut que, $\beta_1, \beta_2, \ldots$ désignant les racines de $F(x)=0$, $\sum \frac{1}{\beta_i}$ a une limite finie au plus égale à ρ [1].

» Posons $-\frac{\Phi'(x)}{\Phi(x)} = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{1}{x-\alpha_i}$ et, dans le développement, considérons les termes qui correspondent aux valeurs de α_i inférieures à un nombre fixe arbitraire k; en désignant par M_k l'ensemble de ces termes et par R_k les autres termes, on peut écrire

$$(1) \qquad -\frac{\Phi'(x)}{\Phi(x)} = M_k + R_k.$$

On a

$$R_k = \sum_{i=k}^{i=n} \frac{1}{\alpha_i - x} = \sum_{i=k}^{i=n} \frac{1}{\alpha_i} + x \sum_{i=k}^{i=n} \frac{1}{\alpha_i^2} + x^2 \sum_{i=k}^{i=n} \frac{1}{\alpha_i^3} + \ldots,$$

égalité où le dernier membre est une série convergente pour toute valeur de x comprise entre zéro et α_k. En désignant par σ_k le nombre $\sum_{i=k}^{i=n} \frac{1}{\alpha_i}$, on a d'ailleurs

$$\sum_{i=k}^{i=n} \frac{1}{\alpha_i^2} < \sigma_k \frac{1}{\alpha_i}, \quad \sum_{i=k}^{i=n} \frac{1}{\alpha_i^3} < \sigma_k \frac{1}{\alpha_i^2}, \quad \ldots$$

» Pour toute valeur de x positive et plus petite que α_k, on en conclut

---

(1) Elle peut être moindre; en posant en effet $\Phi(x) = (1-x)\left(1-\frac{x}{n}\right)^n$, on a $\rho = 2$ et, relativement aux racines de $F(x) = e^{-x}(1-x)$, $\sum \frac{1}{\beta_i} = 1$.

que R_k, qui est plus grand que σ_k, est plus petit que $\frac{\sigma_k}{1-\frac{x}{\alpha_k}}$; il est donc de la forme $\frac{\sigma_k}{1-\frac{\theta_k}{\alpha_k}}$, θ désignant un nombre compris entre zéro et un.

» $\sum \frac{1}{\beta_i}$ ayant une limite finie, il y existe une fonction entière du genre zéro $G_0(x)$ qui a pour racines les quantités β_0, β_1, ..., que je supposerai rangées par ordre croissant de grandeur; posons

$$-\frac{G_0'(x)}{G_0(x)} = \sum_{i=1}^{i=\infty} \frac{1}{\beta_i - x},$$

et distinguons dans ce développement l'ensemble des fractions par lesquelles β_i est $< k$; j'appellerai P_k l'ensemble de ces fractions. Cela posé, il est clair que si, dans l'égalité (1), on fait croître n indéfiniment, le premier membre a pour limite $-\frac{F'(x)}{F(x)}$ et que M_k a pour limite P_k, R_k ayant pour limite une fonction R_k' qui est, comme R_k, de la forme $\frac{\sigma_k'}{1-\frac{\theta_x}{\alpha_k}}$, où θ désigne un nombre compris entre zéro et un et σ_k' la limite de σ_k quand n croît indéfiniment.

» On a donc l'égalité

$$-\frac{F'(x)}{F(x)} = P_k + R_k';$$

faisons maintenant croître indéfiniment le nombre positif k; par définition, P_k a pour limite

$$-\frac{G_0'(x)}{G_0(x)}$$

et R_k' a pour limite la limite de σ_k', laquelle est un nombre positif fini σ; on a donc

$$-\frac{F'(x)}{F(x)} = -\frac{G_0'(x)}{G_0(x)} + \sigma;$$

d'où, en intégrant,

$$F(x) = e^{-\sigma x + \tau} G_0(x).$$

» Cette égalité, étant vérifiée pour toutes les valeurs positives inférieures au nombre α_k, qui peut être rendu aussi grand que l'on veut, subsiste pour toutes les valeurs de x; ce qui démontre la proposition énoncée.

» En particulier, on fait voir aisément que, si l'équation

$$a_0 + a_1 x + \ldots + a_n x^n = 0$$

a toutes ses racines réelles et de même signe, il en est de même de l'équation

$$a_0 + q a_1 x + q^4 a_2 x^2 + \ldots + q^{n^2} a_n x^n = 0,$$

lorsque q est un nombre plus petit, en valeur absolue, que l'unité. Il en résulte qu'en posant

$$\Phi(x) = 1 + nq\left(\frac{x}{n}\right) + \frac{n(n-1)}{1.2} q^4 \left(\frac{x}{n}\right)^2 + \cdots + q^{n^2}\left(\frac{x}{n}\right)^n,$$

l'équation $\Phi(x)$ a toutes ses racines réelles et de même signe. En faisant croître indéfiniment le nombre n, on a

$$F(x) = 1 + qx + \frac{q^4 x^2}{1.2} + \frac{q^9 x^3}{1.2.3} + \frac{q^{16} x^4}{1.2.3.4} + \cdots,$$

et l'on en conclut que la transcendante $F(x)$ est de la forme $e^{Qx} G_0(x)$, où Q désigne une fonction de q et $G_0(x)$ une fonction entière du genre zéro.

» On démontrerait de même la proposition suivante :

» *Si* $\Phi(x) = 0$ *a, quel que soit* n, *toutes ses racines réelles,* $F(n)$ *est égal au produit d'une fonction entière du genre un par une exponentielle de la forme* e^{ax^2+bx+c}, *où* a, b *et* c *désignent des quantités constantes.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un résultat de calcul obtenu par M.* Allégret. Lettre de M. **P.-A. Mac Mahon** à M. le Secrétaire perpétuel.

« J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie quelques observations au sujet d'une Communication de M. Allégret, qui a été insérée aux *Comptes rendus*, t. LXVI, p. 1144), et qui est relative à l'intégrale algébrique de l'équation différentielle

$$\frac{dx}{(A + 3Bx + 3Cx^2 + Dx^3)^{\frac{2}{3}}} + \frac{dy}{(A + 3By + 3Cy^2 + Dy^3)^{\frac{2}{3}}} = 0.$$

Cette intégrale a été laissée par M. Allégret sous la forme irrationnelle

$$A + \left(\frac{yX^{\frac{1}{3}} - xY^{\frac{1}{3}}}{x-y}\right)^3 + xy\alpha\left[D - \left(\frac{X^{\frac{1}{3}} - Y^{\frac{1}{3}}}{x-y}\right)^3\right] = 0,$$

dans laquelle

$$X = A + 3Bx + 3Cx^2 + Dx^3,$$
$$Y = A + 3By + 3Cy^2 + Dy^3.$$

» J'ai réussi à lui donner la forme rationnelle, en employant z pour α, ce qui rend l'équation symétrique par rapport à x, y, z. Elle prend la forme

$$XYZ = [A + B(x + y + z) + C(yz + zx + xy) + Dxyz]^3,$$

dans laquelle

$$Z = A + 3Bz + 3Cz^2 + Dz^3. »$$

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la relation entre la force électromotrice d'une machine dynamo-électrique et sa vitesse de rotation.* Note de M. **Maurice Levy**.

« Dans les Leçons sur l'électricité que j'ai professées l'année dernière au Collège de France, j'ai donné les équations qui définissent rigoureusement : 1° le champ électrique; 2° le champ magnétique, constitués par une machine dynamo-électrique quelconque supposée arrivée à l'état permanent, et cela sans particulariser la relation de cause à effet qui existe entre une force aimantante et l'aimantation qu'elle produit.

» Quoiqu'on ne puisse pas intégrer de telles équations, j'en ai tiré plusieurs conséquences, parmi lesquelles je signalerai celle-ci : la force électromotrice d'une machine dynamo-électrique n'est pas, comme on l'admet d'ordinaire, proportionnelle à la vitesse de son *anneau* (plus généralement de ses bobines mobiles) : elle n'est exprimable que par une série *illimitée* ordonnée suivant les puissances entières de cette quantité.

» On peut aussi établir ce fait sans écrire les nombreuses équations qui régissent le problème.

» Soit ω la vitesse angulaire de l'anneau, et supposons que le champ magnétique constitué par la machine soit développé en une série géométrique [1] suivant des puissances indéterminées de ω; soit $\omega^n C_n$ un terme de la série.

» Lorsqu'un conducteur se meut dans un champ magnétique, il naît en

---

[1] C'est-à-dire formée par la somme ou résultante géométrique des termes qui la composent, chaque terme étant représenté par une ligne ayant une direction et un sens bien définis.

chacun de ses points une force électromotrice proportionnelle au produit de l'intensité du champ par la vitesse du point. Donc la partie du champ magnétique représentée par le terme $\omega^n C_n$ fera naître en chaque point de l'anneau une force électromotrice proportionnelle au produit de $\omega^n C_n$ par la vitesse ω de l'anneau, c'est-à-dire proportionnelle à ω^{n+1}. Cette force produira, en vertu de la loi de Ohm, un de ces courants que le Dr Fröhlich appelle des *courants de Foucault*, et qui sera lui-même proportionnel à ω^{n+1}. Ce courant, comme tout courant, créera à son tour un champ magnétique qui lui sera proportionnel, c'est-à-dire qu'il fera naître un champ magnétique représenté par une expression de la forme $\omega^{n+1} C_{n+1}$.

» Ainsi, de ce que, dans le développement en série du champ magnétique, il entre un terme $\omega^n C_n$, il s'ensuit :

» *a*. Qu'il entre nécessairement un terme $\omega^{n+1} C_{n+1}$;

» *b*. Qu'il existe à l'intérieur de l'anneau un courant de Foucault proportionnel à ω^{n+1};

» *c*. Qu'il existera en tout point du champ une force électromotrice également d'ordre ω^{n+1}.

» Ceci étant, pour comprendre tous les cas, supposons une machine à la fois magnéto et dynamo-électrique. Admettons que ses bobines fixes soient traversées par un courant I, ses bobines mobiles (anneau) par un courant J. (On fera $I = J$ si la machine est excitée en circuit.)

» Supposons d'abord qu'on *cale* l'anneau de façon à l'empêcher de tourner. Il naîtra un champ magnétique C_0 dû uniquement aux courants I et J et aux aimants permanents, s'il en existe.

» Diminuons à présent graduellement la résistance opposée à la rotation de l'anneau, de façon à lui permettre de tourner avec une vitesse arbitrairement donnée ω.

» De ce que le champ magnétique contient un terme C_0, il contiendra, en vertu du théorème *a* ci-dessus, un terme ωC_1; de ce qu'il contient un terme ωC_1, il contiendra un terme $\omega^2 C_2$, et ainsi de suite, de sorte qu'il se développera en série *illimitée* suivant les puissances entières de ω sous la forme

$$C = C_0 + \omega C_1 + \omega^2 C_2 + \ldots \tag{1}$$

» En vertu du théorème *b*, les courants de Foucault se développeront sous la même forme, mais sans terme indépendant de ω.

» En vertu du théorème *c*, la force électromotrice en chaque point du champ, et par suite aussi la force électromotrice totale de la machine, qui

est ce qu'on cherche et qui est formée d'une intégrale dont les éléments sont proportionnels à la force électromotrice aux divers points des bobines mobiles, se développera de même sous la forme

$$(2) \qquad E = \omega E_1 - \omega^2 E_2 + \omega^3 E_3 + \ldots.$$

» Elle n'est donc pas proportionnelle à ω.

» En réalité, quand on traite le problème comme je l'ai fait dans mes Leçons, il faut encore avoir égard à l'électricité libre que la rotation de l'anneau y fait naître. Et l'Analyse montre, comme cela avait été déjà observé dans un cas plus simple par Jochmann, qu'il s'électrise non seulement à sa surface, mais aussi dans tout son intérieur. La densité superficielle et la densité de volume de l'électricité libre se développeraient également en séries sans termes indépendants de ω.

» Si, dans tous ces développements, on fait $\omega = 0$, on aura ce qui se passe lorsque la machine, au lieu de tourner, est employée simplement à soutenir un poids ou à équilibrer un *effort statique* quelconque. Donc, celui qui jugerait de la valeur intrinsèque d'une machine ou même des valeurs relatives de deux machines d'après les résultats qu'elles donnent lorsqu'elles ne sont expérimentées qu'à *l'état statique* commettrait la même faute que celui qui, ayant à étudier une fonction $f(x)$ d'une variable x, se bornerait à chercher la valeur $f(0)$ qu'elle prend pour $x = 0$ et énoncerait des lois sur la manière d'être de la fonction, d'après cette seule donnée.

» Il paraîtrait rationnel aussi, d'après ce qui précède, au lieu de prendre pour point de départ de toutes les théories des machines dynamo-électriques la proportionnalité de la force électromotrice à la vitesse, de prendre au moins une expression à deux termes ou parabolique. La partie des expériences de M. Fröhlich, relative au transport de la force, me paraît d'accord avec la théorie ci-dessus pour procéder ainsi. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE — *Mesures spectrophotométriques en divers points du disque solaire.* Note de MM. **Gouy** et **Thollon**, présentée par M. l'amiral Mouchez.

« Les expériences dont nous allons parler avaient pour objet de mesurer l'intensité des rayons émis par les divers points de la surface du Soleil, en opérant sur des radiations sensiblement homogènes, et en poussant plus loin qu'on ne l'avait fait jusqu'ici cette analyse photométrique du spectre.

Elles ont été commencées à l'Observatoire de Paris, au mois de juillet, et continuées à l'observatoire de Nice au mois de septembre; bien que contrariées par le mauvais temps, elles ont donné quelques résultats qui montrent tout au moins l'utilité de pareilles mesures et la possibilité de les effectuer.

» L'appareil employé était le spectrophotomètre construit par l'un de nous [1].

» L'image du Soleil, de $0^m,045$ de diamètre, était projetée par un objectif de 9 pouces ($0^m,24$) d'ouverture et de 6^m de foyer sur la fente du collimateur. Cette fente était réduite à une hauteur moindre que $0^{mm},1$ et, sa largeur étant encore plus petite, on pouvait mesurer isolément l'éclat de la 200000e partie du disque solaire. Les points du disque dont on voulait étudier le rayonnement étaient maintenus sur la fente par un dispositif approprié.

» La fente oculaire du spectrophotomètre était d'une largeur telle qu'elle reçût et permît de mesurer à part la millième partie du spectre. La lumière de comparaison était une lampe à pétrole, et les mesures se faisaient sans difficulté particulière, de la manière qui est décrite dans le Mémoire que nous venons de citer.

» *Comparaison du centre et des bords du disque.* — Ces mesures avaient pour objet de rechercher la loi de variation du rayonnement solaire en fonction de la distance du point considéré au centre du disque et en fonction de la longueur d'onde des rayons considérés. Ce problème comporte de nombreuses expériences que nous n'avons pu effectuer complètement; nous donnons seulement les résultats suivants, relatifs à une distance du bord de $0^{mm},4$, soit $16''$ d'arc.

» L'intensité au centre est prise pour unité, λ est la longueur d'onde des rayons étudiés :

λ.......... ..	6800	5865	5177	4825	4330
Intensité......	0,52	0,42	0,37	0,37	0,27

» Les longueurs d'onde λ ont été choisies dans des régions du spectre, dépourvues, autant que possible, de raies d'origine solaire. Les intensités sont donc relatives au *fond* ou *spectre continu*, sur lequel se détachent les raies de Fraunhofer, et non, comme dans les expériences antérieures, à l'ensemble des radiations d'une région assez étendue du spectre. On remar-

(1) Gouy, *Recherches photométriques sur les flammes colorées* (*Annales de Chimie et de Physique*, 1879).

quera que le rayonnement décroît en approchant du bord, d'autant plus que les rayons sont plus réfrangibles, ce qui est bien d'accord avec la teinte rougeâtre que présente le bord du Soleil.

» *Noyau et pénombre des taches.* — La même méthode s'applique aux taches. Il convient de prendre pour unité l'intensité moyenne de la radiation au voisinage de la tache. Voici les résultats de deux séries faites le 1er octobre, à quelques heures d'intervalle, sur le noyau d'une belle tache, qui avait plus de 1' d'étendue. Les rayons mesurés avaient la longueur d'onde 6800.

	1re série.	2e série.
Intensité	0,088	0,109

» L'intensité lumineuse en dehors et tout près du disque solaire a été trouvée en même temps et avec la même unité égale à 0,003. Il conviendrait de retrancher au moins le double de ce nombre, soit 0,006, de l'intensité mesurée sur la tache, pour tenir compte de la diffusion atmosphérique.

» Les rayons mesurés ont été pris dans une région du spectre qui est presque totalement exempte de raies; les mesures se rapportent donc au *spectre continu* qui forme le *fond* du spectre solaire. »

PHYSIQUE. — *Sur la comparaison des thermomètres à mercure avec le thermomètre à hydrogène.* Note de **J.-M. Crafts**, présentée par M. Friedel.

« La Table des corrections pour les thermomètres à mercure, qui se trouve dans tous les livres de Physique, a été préparée, il y a trente ans, pour servir avec une série d'instruments employés dans les recherches de Regnault; ce grand maître dans l'art d'expérimenter, tout en choisissant des conditions qui écartaient la possibilité d'erreurs notables dans ses propres expériences, a été le premier à signaler l'inconvénient qu'il pourrait y avoir à étendre l'usage de ses Tables à d'autres instruments. Il a fait remarquer que la marche des thermomètres varie selon la composition du verre et le traitement qu'il a subi, et l'on néglige les sages recommandations de Regnault, quand on classe les thermomètres de nos laboratoires en deux catégories suivant la présence ou l'absence d'oxyde de plomb dans le verre, et que l'on applique à l'une les corrections données pour le cristal de Choisy-le-Roi, et à l'autre celles du verre ordinaire. Un seul fait suffit pour démontrer qu'un tel procédé n'est pas légitime.

» Presque tous les thermomètres en France et en Angleterre sont fabriqués avec le cristal, tandis qu'un grand nombre des thermomètres allemands sont faits avec un verre de soude, qui ne contient pas d'oxyde de plomb. Si les chiffres de Regnault étaient applicables à ces deux espèces de verre, les savants français et anglais devraient trouver pour des températures voisines de 300° des indications de 4° à 5° plus élevées que les Allemands; mais un certain nombre de déterminations précises, comme, par exemple, le point de fusion de l'anthraquinone, prouvent qu'une telle divergence n'existe pas entre les instruments de ces pays.

» Dans quelle catégorie faut-il donc ranger les thermomètres que nous employons à présent? Quelle divergence trouve-t-on entre les indications d'un certain nombre d'instruments pris au hasard, et quelle est la relation entre leur marche moyenne et celle du thermomètre à gaz? Il faut une nouvelle série d'expériences pour répondre à ces questions, et malheureusement la destruction de tous les précieux instruments de Regnault rend impossible de lier les nouvelles déterminations aux siennes. La fabrique de Choisy-le-Roi a cessé d'exister depuis longtemps, et le cristal des thermomètres de M. Baudin et de MM. Alvergniat frères ne contient que 16 à 19 pour 100 d'oxyde de plomb, au lieu de 34 pour 100 que contenait le cristal de Choisy-le-Roi. On ne fabrique pas de thermomètres avec le verre ordinaire français, et le verre de soude allemand est notablement plus fusible que ce dernier.

» La revision de la Table de corrections est aussi rendue nécessaire par une autre considération : la méthode suivant laquelle la température a été observée dans les opérations de Regnault diffère de celle employée à présent par la plupart des physiciens, qui sont d'accord pour prendre comme point de repère le zéro déterminé immédiatement après une observation de température. Regnault se servait d'un thermomètre à poids, qu'il chauffait à 360° avant une série d'expériences. Il observait le zéro déprimé par l'échauffement, et il négligeait le relèvement du zéro aussi bien que l'élévation permanente qui pouvaient se produire pendant les déterminations subséquentes. Il n'y a aucune différence essentielle entre le thermomètre à poids et le thermomètre ordinaire, et l'on peut répéter l'expérience avec ce dernier. On trouve, dans ce cas, des chiffres trop élevés, et j'attribue en partie à cette cause, aussi bien qu'à la différence de composition du verre, la divergence entre mes observations avec le cristal et celles de Regnault.

» Les progrès que la Chimie a faits ces dernières années dans la préparation de substances pures facilitent considérablement l'étude de cette ques-

tion, en permettant l'emploi d'une méthode recommandée par Regnault comme la meilleure, mais non pas employée par lui pour les températures élevées. Elle consiste à chauffer par les vapeurs de substances pures et inaltérables les thermomètres que l'on veut comparer, au lieu de les plonger dans un bain d'huile. L'ébullition de l'eau sous les pressions comprises entre 354 et 3581^{mm} donne un moyen irréprochable de fixer les températures entre 80° et 150°; et, après avoir examiné un grand nombre de substances, j'ai trouvé que la naphtaline et la benzophénone s'adaptent admirablement au même usage. On décrira, autre part, les procédés de purification et les séries d'expériences avec le thermomètre à hydrogène, qui ont servi à déterminer leur tension de vapeur pour les températures comprises entre 140° et 350°. Ces résultats, groupés en Tables, indiquent la pression à laquelle il faut faire bouillir l'une ou l'autre de ces substances pour maintenir indéfiniment un appareil à une température voulue. Geissler avait déjà employé la naphtaline pour déterminer des points fixes en thermométrie, mais le point d'ébullition qu'il donne est d'environ 1° trop bas. On a commencé au même point de vue l'étude de la benzine pure, qui montre un point de fusion constant à 5°,17. Le produit examiné par Regnault fondait à 4°,45, et par conséquent n'était pas pur.

» Par la méthode indiquée, on a comparé avec le thermomètre à hydrogène sept thermomètres de M. Baudin, et sept de MM. Alvergniat, tous faits en cristal à environ 18 pour 100 d'oxyde de plomb; et aussi un thermomètre en verre de soude allemand fabriqué par M. Muller, à Bonn. La colonne C donne, pour ces quinze thermomètres, la moyenne de la correction qu'il faut ajouter à leurs indications pour avoir la vraie température mesurée par un thermomètre à gaz. Les colonnes A et B donnent les corrections semblables, extraites des Tables de Regnault pour ses thermomètres en cristal de Choisy-le-Roi et en verre ordinaire :

	110°.	120°.	130°.	140°.	150°.	160°.	170°.	180°.	190°.	200°.	210°.	220°.	230°.	240°.	250°.	260°.	270°.	280°.	290°.	300°.	310°.	320°.	330°.
A	− 0,05	− 0,12	− 0,20	− 0,29	− 0,40	− 0,52	− 0,65	− 0,80	− 1,01	− 1,25	− 1,53	− 1,82	− 2,16	− 2,55	− 3,00	− 3,44	− 3,90	− 4,48	− 5,10	− 5,72	− 6,45	− 7,25	− 8,22
B	+ 0,02	+ 0,04	+ 0,09	+ 0,16	+ 0,25	+ 0,33	+ 0,35	+ 0,34	+ 0,32	+ 0,27	+ 0,18	+ 0,08	− 0,02	− 0,14	− 0,26	− 0,39	− 0,50	− 0,63	− 0,88	− 1,21	− 1,60	− 2,03	− 2,48
C	+ 0,02	+ 0,05	+ 0,09	+ 0,15	+ 0,20	+ 0,26	+ 0,32	+ 0,37	+ 0,35	+ 0,30	+ 0,25	+ 0,20	+ 0,15	+ 0,10	− 0,05	− 0,20	− 0,38	− 0,52	− 0,80	− 1,08	− 1,45	− 1,80	− 2,40

» Ces résultats ont été confirmés par des expériences faites avec douze autres thermomètres d'une construction particulière, et ils me paraissent suffisamment nombreux pour bien indiquer la marche moyenne des ther-

momètres fabriqués à Paris. On voit que ces instruments se rapprochent de la marche du thermomètre en verre ordinaire, étudié par Regnault, et qu'ils s'éloignent beaucoup des thermomètres en cristal de Choisy-le-Roy, qui contient une quantité presque double d'oxyde de plomb; ce cristal, du reste, est plus susceptible aux variations signalées plus haut que le verre ordinaire.

» Chaque thermomètre a sa marche individuelle, et l'on voit la courbe qui la représente s'éloigner de la courbe moyenne, à mesure que les températures s'élèvent au-dessus de 100°. Dans mes expériences, le maximum de l'écart (plus ou moins) était de 0°,3 à 200°; 0°,5 à 300° et 0°,8 à 330°. Ces chiffres représentent les erreurs extrêmes que l'on risque de commettre en employant la Table de corrections C. Le thermomètre en verre de soude allemand se rapproche plus de la moyenne que beaucoup des autres en cristal de Paris, mais il est probable que la courbe moyenne, obtenue avec un certain nombre de thermomètres construits avec cette espèce de verre, donnerait des corrections un peu plus faibles que celles que j'ai indiquées dans la colonne C. Un tel thermomètre pourrait même s'écarter assez du thermomètre à air pour donner, à 218°, un degré trop bas, comme l'est le point que Geissler a trouvé pour l'ébullition de la naphtaline. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un hydrate d'acide molybdique* MoO^3, $2HO$. Note de M. **F. Parmentier**, présentée par M. Debray.

« Tous les chimistes qui ont conservé en flacons bouchés des dissolutions de molybdate d'ammoniaque dans l'acide nitrique ont pu constater la production, dans ces flacons, d'un précipité cristallin jaunâtre. Ce précipité commence à se former au bout d'un temps plus ou moins long, suivant le mode de préparation et le degré de concentration de la liqueur. Souvent cette matière n'apparaît qu'après plusieurs mois, et sa production continue fort longtemps. Nous avons des liqueurs où la cristallisation, après avoir commencé au bout de trois mois, continue encore après plus d'une année de repos.

» Cette matière n'a été jusqu'ici l'objet d'aucune étude bien approfondie. M. Kupfferschlæger [1], qui l'a examinée récemment, a annoncé qu'elle est « *presque exclusivement formée d'acide molybdique anhydre jaune et d'un peu de* » *nitrate d'ammoniaque emprisonné dans la masse* ».

---

(1) *Bulletin de la Société de Chimie*, t. XXXVI, p. 646.

» Les solutions de molybdate de potasse dans l'acide nitrique nous ont donné à la longue des cristallisations identiques, tandis que les solutions de molybdates alcalins dans l'acide chlorhydrique ne leur donnent pas naissance, même après un repos de plusieurs années.

» L'acide azotique a donc un rôle particulier dans la production de ces matières; leur couleur jaune et leur insolubilité, qui rappellent les phosphomolybdates, pouvaient faire penser qu'on avait peut-être, au lieu d'un mélange, une combinaison d'acide molybdique avec de petites quantités d'acide azotique et d'ammoniaque ou de potasse, en un mot des azotomolybdates correspondant aux phosphomolybdates. Il y avait un véritable intérêt à vérifier une telle hypothèse, puisqu'elle aurait eu pour conséquence nécessaire d'établir l'existence d'une modification de l'acide azotique correspondant à l'acide phosphorique tribasique, le seul des acides phosphoriques capable de se combiner à l'acide molybdique. Nous avons donc cherché à déterminer avec soin la véritable composition de cette substance.

» Les matières obtenues avec des molybdates de composition et de provenance diverses sont identiques; elles ne renferment ni bases ni acide azotique et nous pouvons dire de suite qu'elles ne renferment que de l'eau et de l'acide molybdique. Elles sont nettement cristallisées et correspondent à un hydrate d'acide molybdique bien défini.

Les cristaux qui les composent sont en général petits et enchevêtrés les uns dans les autres. Leur examen, au microscope ordinaire et au microscope polarisant, nous a montré qu'ils appartiennent au système clinorhombique. Ce sont des prismes très peu inclinés et présentant des modifications sur les angles *e*. Ils sont très peu solubles dans l'eau et dans les acides aux différentes températures. A 15° un litre d'eau n'en dissout guère plus de $0^{gr},5$. Ils sont efflorescents et dans le vide sec ils perdent la moitié de l'eau qu'ils contiennent; chauffés vers 200°, ils abandonnent toute leur eau et laissent une matière blanc-bleuâtre totalement sublimable. Les alcalis et les carbonates alcalins les dissolvent sans résidu et les dissolutions obtenues donnent, par évaporation, les molybdates ordinaires. Leur dissolution dans l'ammoniaque additionnée d'une liqueur ammoniaco-magnésienne reste limpide; l'acide nitrique n'y produit de précipité qu'au bout d'un temps très long, comme cela a lieu pour les molybdates ordinaires. Les échantillons de diverses provenances, chauffés avec du cuivre au rouge, ne donnent pas de traces d'azote; les cristaux provenant du molybdate d'ammoniaque, chauffés avec une solution de potasse dans l'appareil à dosage d'ammoniaque de M. Shlœsing, ne nous ont pas fourni trace d'ammoniaque.

» De l'ensemble de ces faits nous devons conclure à un hydrate d'acide molybdique se formant lentement dans les dissolutions faites avec les molybdates en présence de l'acide nitrique.

» Pour analyser cette matière, il suffisait de doser l'eau et l'acide molybdique. Nous avons obtenu les résultats suivants :

	Calculé.	Trouvé.		
HO	20	19,96	19,95	19,94
MoO^3	80	80,04	80,05	80,06

» La composition de cet hydrate peut donc être représentée par la formule : MoO^3, 2HO. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la transformation à froid du sang des animaux en engrais solide et inodore, par un nouveau sulfate ferrique*. Note de M. P. Marguerite-Delacharlonny, présentée par M. Debray.

« Le sang des animaux desséchés est un des engrais les plus riches en azote : il en contient de 15 à 17 pour 100; mais les procédés les plus usuels de fabrication constituent une industrie repoussante et même nuisible : de là l'abandon dans lequel est restée cette richesse agricole.

» Pourtant la transformation du sang en engrais solide et inaltérable à l'air est un *desideratum* que les intérêts de la santé publique réclament autant que ceux de l'agriculture, car il constitue pour les microbes de toutes sortes un des meilleurs et des plus dangereux champs de culture.

» Un seul mode de fabrication est inodore et satisfait aux conditions de salubrité publique, le traitement par le sulfate ferrique : le sang est coagulé par une petite quantité de ce sel en dissolution, ce qui arrête la décomposition putride, puis la masse pâteuse formée est desséchée dans des appareils appropriés.

» Mais, bien que déjà ancien, ce procédé n'avait donné que des résultats inégaux et incomplets et surtout coûteux.

» Nous venons d'en supprimer les causes d'insuccès en obtenant un coagulant plus énergique, qui rend l'opération doublement plus simple et plus économique.

» Le point capital pour la préparation du sang desséché est évidemment l'élimination rapide et à peu de frais de l'eau qui forme la majeure partie du sang à l'état liquide (75 pour 100).

» Cette élimination par dessiccation est longue et chère ; la coagulation

par le sulfate neutre ne donne qu'une pâte molle, difficile à dessécher et qui emprisonne seulement dans la masse la totalité du liquide.

» Nous appuyant sur ce que nous avons observé aux abattoirs de Paris, où le traitement par le sulfate ferrique est appliqué, nous avons vu que, préparé dans certaines conditions, le sulfate donne un coagulum dont une partie de l'eau se sépare par simple égouttage.

» Des recherches faites sur ces conditions, il résulte que ce phénomène correspond à l'emploi des sulfates ferriques acides; mais l'élimination de l'eau ne croît pas avec la quantité d'acide ajoutée au sulfate neutre. Le maximum d'effet se rapporte à un sulfate de composition fixe auquel l'analyse donne la suivante :

SO^3	67,03
Fe^2O^3	32,97
	100,00

ce qui répond à la formule

$$Fe^2O^3 4SO^3.$$

» Avec ce sulfate, l'élimination naturelle de l'eau atteint près de la moitié du total, ce qui réduit de moitié les frais d'évaporation.

» Il fallait cette réduction et la facilité que l'état de la matière obtenue donne pour opérer le complément de l'évaporation, pour que l'exploitation du sang fût rendue simple et pratique. Quand il faut procéder à l'évaporation totale de l'eau contenue, les frais qu'elle demande dépassent presque toujours la valeur de l'engrais qu'on retire.

» Le nouveau sel forme un hydrate qui cristallise aisément; il contient

SO^3	44,29
Fe^2O^3	21,78
HO	33,93

ce qui correspond à la formule

$$Fe^2O^3 4SO^3, 12HO.$$

» La facilité avec laquelle on obtient ainsi sous forme cristalline le nouveau sulfate lui constitue une notable supériorité sur le sulfate neutre; celui-ci ne s'obtient qu'en lamelles qui emprisonnent toujours une notable quantité d'eau : il est, en outre, beaucoup plus hygroscopique.

» L'hydrate du nouveau sulfate est assez lentement soluble à froid, mais il se dissout rapidement à chaud.

» On le prépare comme le sel neutre, en oxydant par l'acide nitrique le

sulfate ferreux, mais il faut ajouter à la dissolution une quantité suffisante d'acide sulfurique pour obtenir le rapport indiqué entre ce corps et le peroxyde de fer.

» La dissolution suffisamment concentrée se prend en masse cristalline qu'on peut débiter en morceaux; si l'on opère à un degré moindre, il se forme des cristaux assez volumineux et nettement définis.

» Pour traiter le sang des animaux par ce coagulant, on opère comme il suit : on ajoute au sang fraîchement recueilli 45^{cc} de dissolution marquant 45° par litre de sang, on mélange le tout par un procédé quelconque et en peu d'instants le liquide se transforme en une pâte ferme et élastique d'une consistance spéciale; elle est malléable comme de l'argile et élastique comme une substance feutrée.

» Quelques heures après, une notable partie de l'eau contenue dans le sang se sépare par simple égouttage et en quelques jours on peut en retirer, comme nous l'avons dit, presque la moitié.

» La masse s'est transformée alors en un gâteau ayant l'aspect intérieur des vases dans lesquels elle s'est trouvée ou celle qu'on lui a donnée. Ces gâteaux sont, d'ailleurs, très friables, ils rappellent ceux qu'on fait avec la tannée pour l'utiliser comme chauffage; la matière est donc essentiellement poreuse; aussi le complément de la dessiccation est-il singulièrement favorisé par cet état.

» On détermine cette dessiccation à froid par une compression sous une presse hydraulique ou à chaud dans un séchoir; le traitement par compression a l'avantage de ne demander pour les petites installations aucun appareil de chauffage.

» Ce procédé, qui n'exige pour être appliqué que des ustensiles très simples, quelques cuviers, un plancher à claire-voie et une presse hydraulique, permettra de recueillir et de transformer en engrais solide et inaltérable à l'air le sang des animaux abattus dans les plus petites communes.

» Dans le Midi, l'emploi de la presse hydraulique est inutile, la dessiccation s'achevant facilement à l'air.

» Dans tous les cas, il y a là assurément pour l'agriculture une source considérable d'engrais riche et à bon marché. »

CHIMIE. — *Recherches sur le passage des liqueurs alcooliques à travers des corps poreux.* Note de M. **H. Gal.**

« On enseigne généralement que l'alcool conservé dans des vessies se concentre avec le temps. J'ai eu l'idée de faire quelques expériences relatives à ce phénomène, qui est, du reste, assez complexe.

» Il y a, en effet, lieu de considérer : 1° le passage des liquides à travers la partie de la membrane baignée par ceux-ci; 2° le passage des gaz qui constituent l'atmosphère au-dessus des liquides.

» Cette Note ne contient que la partie de mes expériences dans laquelle j'ai observé seulement la résultante de ces deux actions : je puis déjà dire que les résultats sont loin de concorder avec ceux des observateurs précédents, qui, tous, avaient négligé l'influence que l'état atmosphérique extérieur peut avoir sur la marche du phénomène.

» Le 1er juin 1881, j'ai mis dans une vessie 1lit d'alcool, pesant 90° à l'aréomètre centésimal de Gay-Lussac. L'expérience était disposée dans un laboratoire dont la température était très élevée à cette époque de l'année. L'évaporation à travers la membrane a marché très vite; le liquide s'est concentré, mais lentement, et seulement de 3° en quinze jours : au bout de ce temps, il ne restait plus de quoi plonger l'aréomètre.

» Du 28 juin au 16 juillet de la même année, alors que la température était des plus élevées, j'ai exposé, dans le même laboratoire, deux vessies, contenant l'une de l'alcool à 70°, l'autre de l'alcool à 50°. Dans la première vessie, la concentration s'est faite régulièrement et a atteint 94°; dans la seconde, le liquide, après être tombé de 50° à 43°, degré auquel il s'est maintenu pendant trois jours, a gagné, par une ascension presque brusque, 9° en quatre jours; il est monté jusqu'à 52°. Dans les deux cas, l'évaporation a été très rapide, et, chose qui concorde avec les résultats donnés par les observateurs antérieurs, elle a été plus rapide pour l'alcool le moins concentré.

» Jusqu'ici, les expériences que je viens de rapporter ne font que confirmer ce qu'on enseigne généralement, que l'alcool enfermé dans des vessies se concentre.

» Il n'en est pas de même des expériences suivantes. Elles ont duré du 24 octobre au 1er décembre. Naturellement, la température s'était beaucoup abaissée; aux chaleurs exceptionnelles de juillet avait succédé une saison

humide, froide et pluvieuse, et souvent accompagnée de brouillard. Deux vessies, contenant l'une de l'alcool à 68°, l'autre de l'alcool à 48°, sont disposées de la même façon que les précédentes, dans le même endroit. Dans les deux vessies, la concentration décroît avec rapidité.

» De 68°, l'alcool contenu dans la première finit par ne plus peser que 25°. En trente-sept jours, il perd 43°, soit 1°,16 par jour en moyenne.

» De 48°, l'alcool contenu dans la seconde finit par ne plus peser que 12° le 26 novembre. En trente-trois jours, il perd 36°, soit 1°,06 par jour en moyenne. Le 26 novembre, la vessie contenant l'alcool le plus concentré renferme 360cc de liquide; la vessie contenant l'alcool le moins concentré en renferme encore 395cc. L'évaporation n'a donc pas été plus rapide du côté où il y avait moins d'alcool, au contraire.

» Enfin, j'ai encore observé un autre litre d'alcool, pesant 72°, qui, renfermé dans une vessie le 20 novembre, ne pesait plus que 53° le 8 décembre. La concentration décroissait en moyenne de 1° par jour.

» Devant ces résultats, où l'influence de la température et de l'état hygrométrique du milieu extérieur paraissait tenir un rôle si évident, j'ai effectué, comme contre-épreuve, les expériences suivantes :

» 1° J'ai mis des vessies remplies d'alcool à différents degrés sous des cloches contenant une atmosphère maintenue constamment sèche au moyen de chaux vive, à une température à peu près constante de + 10° : j'ai vu le titre alcoolique du liquide augmenter d'une manière régulière.

» 2° Des vessies placées dans une atmosphère saturée de vapeur d'eau ont fourni un alcool de plus en plus faible.

» Ces expériences mettent bien en évidence l'influence de l'atmosphère ambiante sur le titre alcoolique des liquides renfermés dans les vessies.

» Tout n'est donc pas dit sur le sujet qui nous occupe, depuis que Sömmering a publié son important travail dans les *Mémoires de l'Académie de Munich* (1812-1814-1824). Les résultats obtenus par ce célèbre anatomiste ont été acceptés sans réserve; ils ont surtout été fortifiés par les recherches de Liebig (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XXV, 1849), qui est entré pour ainsi dire dans l'intimité du phénomène, mais qui ne l'a pas analysé dans tous ses détails. Il s'agissait, en effet, d'expliquer « comment la filtration d'un liquide à travers une membrane animale n'est pas en rapport avec la mobilité des molécules » et comment « un mélange d'alcool et d'eau passe en quantité d'autant plus grande » qu'il contient moins d'alcool ». Les explications de Liebig, ainsi que celles qu'ont données, depuis, les différents auteurs, supposent toutes, plus ou moins, que la membrane possède pour l'eau une affinité plus

grande que pour l'alcool; qu'elle exerce une action plus énergique sur es liquides qui la *touchent*.

» M. Longet parle même d'une action élective, exercée par la membrane, et il reproche à la théorie que Poisson et Magnus ont donnée des phénomènes capillaires « de supprimer l'action de la substance intermédiaire ». (LONGET, *Physiol.*, t. I.)

» Le défaut, selon moi, de ces explications, c'est de parler trop du rôle de la membrane et pas assez des circonstances extérieures. Si, en effet, la membrane et la nature du liquide interviennent seules activement dansl e phénomène, celui-ci, pour une membrane et un liquide donnés, aurait toujours lieu dans le même sens. Les expériences, dont je viens d'indiquer les résultats, prouvent que le phénomène peut se produire en sens inverse.

» Donc, sans nier l'influence particulière que peut avoir l'action réciproque de la membrane et un liquide en présence, je pense que cette influence est subordonnée à des conditions d'équilibre avec le milieu extérieur et que, si la nature du liquide et celle du diaphragme jouent un rôle, il n'en faut pas attribuer un moins important à la température et à l'état hygrométrique de l'atmosphère ambiante. Le phénomène se complique encore de l'action de la masse et de la tension des vapeurs qui sont en présence. Le liquide alcoolique croît ou décroît en concentration, suivant que les vapeurs qu'il émet se trouvent, à leur sortie de la membrane, en présence d'une masse infinie d'air humide ou d'air sec. On peut prévoir un ensemble de conditions pour lesquelles le degré de la concentration se maintiendra fixe, et confirmer ainsi une fois de plus l'analogie remarquable démontrée par M. H. Sainte-Claire Deville entre les phénomènes de la vaporisation et ceux de la dissociation.

» Je continue mes expériences sur ce sujet, en faisant varier à la fois la température, la pression, la nature de la membrane, etc. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *De la réduction des sulfates par les êtres vivants.* Note de MM. **A. Étard** et **L. Olivier**, présentée par M. Cahours.

« Nous avons entrepris sur ce sujet un travail dont nous publions aujourd'hui les premiers résultats, afin de prendre date.

» *Beggiatoa.* — On sait que les *Beggiatoa*, fréquents dans les lacs et les mares, abondent surtout dans les eaux sulfureuses. L'inspection microscopique de ces algues révèle, dans la masse protoplasmique des cellules qui

les constituent, la présence de granulations sombres, solubles dans l'éther, le chloroforme et notamment dans le sulfure de carbone. Ayant fait vivre des *Beggiatoa* de diverses origines dans des liquides privés de sulfates, nous avons constaté la disparition de ces granulations; nous en avons, au contraire, observé la formation à l'intérieur des filaments cultivés dans des liqueurs riches en sulfate de chaux. Il est donc évident que ces granulations, qui ne paraissent pas cristallisées, sont simplement un dépôt de soufre [1].

» Dans une eau faiblement séléniteuse, où nous avons semé, le 22 mars 1881, une très petite quantité de *Beggiatoa*, nous avons vu ces plantes acquérir pendant plus d'un mois un très grand développement, accumuler une quantité relativement considérable de granulations de soufre. Une quinzaine de jours après, nous remarquions déjà que ce métalloïde commençait à disparaître d'une façon très sensible. En même temps nous notions la localisation des *Beggiatoa* vers la surface de l'eau : après s'être multipliés indifféremment dans toutes les parties du liquide, ils en abandonnèrent en effet la région profonde quand le défaut d'oxygène rendit possible la fermentation butyrique des *Ceratophyllum* que nous y avions déposés.

» Il nous a paru intéressant de savoir si les *Beggiatoa* sont les seules Oscillatoriées capables de réduire les sulfates; nous avons cherché, par suite, à faire accomplir cette réduction dans des milieux artificiels par d'autres algues de cette famille qui ne l'opèrent pas dans les conditions habituelles de leur existence, et même par des algues de familles voisines. Nous avons fait dans ce but les expériences suivantes :

» *Oscillaria*. — Au mois de mars 1881, nous avons introduit des algues filamenteuses bleues du genre *Oscillaria* dans des vases de verre contenant : les premiers de l'eau sulfurée sodique et calcique des Eaux-Bonnes; les deuxièmes, $\frac{1}{3}$ de cette eau et $\frac{2}{3}$ d'eau ordinaire additionnée de sulfate de chaux; les troisièmes, de l'eau ordinaire faiblement séléniteuse. Les *Oscillaria* ne présentaient alors aucune trace de soufre dans leurs cellules. Dans tous les vases les gros filaments se sont très bien développés, surtout contre la paroi exposée à la lumière. A plusieurs reprises et encore ces jours derniers (octobre 1882), nous avons constaté que dans l'eau sulfureuse des Eaux-Bonnes les *Oscillaria* ont conservé leurs caractères normaux; il ne renferment pas de soufre; dans le mélange d'eau sulfureuse et d'eau sulfatée, ils se sont emparés d'une petite quantité de soufre. Nous trouvons cette substance dans tous les gros filaments bleus sous la forme de granulations extrêmement fines, solubles dans le sulfure de carbone. Enfin, dans l'eau faiblement séléniteuse, les gros

---

[1] L'un de nous a consigné ces faits dans une Note communiquée à la Société botanique de France le 24 mars 1882.

filaments offrent tous dans leur protoplasma de petits grains de soufre. L'aspect des *Oscillaria* à très minces filaments n'a pas changé.

» *Ulothrix*. — Dans une autre série d'expériences nous avons étudié deux sortes d'algues chlorosporées qui se rapportent au groupe des *Ulothrix* et proviennent des bassins chauds de Néris (Allier). L'une d'elles se compose de séries linéaires de cellules cylindriques; l'autre, de files moniliformes de cellules beaucoup plus grosses, dont les faces latérales sont convexes. Quand nous avons reçu ces algues (13 mai 1881) dans l'eau même où elles s'étaient développées, nous avons été frappés d'y trouver une grande quantité de grains de soufre pur absolument comme chez les *Beggiatoa*. Plusieurs parts en ont été faites. Nous avons exposé à l'air libre, dans un mélange d'eau distillée et d'eau thermale de Néris, les deux sortes d'algues. Un mois plus tard, elles n'offraient l'une et l'autre que très peu de soufre. Beaucoup de leurs filaments en étaient dépourvus.

» Conservées dans l'eau d'origine à l'intérieur de bouteilles fermées, les algues ont modifié la composition du liquide. On sait que le seul composé du soufre contenu dans cette eau est le sulfate de soude. Quand, au bout de quelques mois, les bouteilles furent débouchées, de l'acide sulfhydrique s'en dégagea.

» Enfin, le 14 mai 1881, nous avons empli environ aux $\frac{3}{4}$ des ballons de 1[lit] de capacité en y versant de l'eau saturée de sulfate de chaux, à laquelle nous avons ajouté une certaine quantité des deux sortes d'algues. Nous avons bouché l'orifice de tous ces ballons. Dans la plupart de ces matras il semble que les algues n'aient pas tardé à mourir; mais, dans l'un d'eux, la masse vert foncé qu'elles constituaient conserva, jusqu'à ces derniers mois, son apparence ordinaire; pendant le mois de septembre 1882, nous avons plusieurs fois débouché le ballon : il en sortait une grande quantité d'hydrogène sulfuré. Depuis, les algues qu'elle renferme sont mortes : le microscope montre néanmoins, dans leurs filaments, de nombreuses granulations de soufre, sur la nature desquelles les dissolvants ne laissent pas de doute.

» Ces faits indiquent évidemment une relation physiologique, dont nous cherchons en ce moment l'équation chimique, entre le phénomène de la décomposition des sulfates et le développement de plusieurs organismes microscopiques. Au moins trois algues bien différentes se comportent, sous ce rapport, comme les *Beggiatoa;* ce sont ces dernières plantes, qui constituent la *glairine* et la *barégine* des eaux sulfureuses; pour cette raison, on les a quelquefois désignées sous la dénomination assez vague de *sulfuraires*. On est surpris de voir la plupart des auteurs qui ont traité des eaux minérales affirmer que la matière organique existe *en dissolution* dans le liquide et, devenant insoluble au contact de l'air, s'y transforme en substance organisée. Nos expériences conduisent à penser que les êtres vivants, dont le microscope montre qu'elle est formée, peuvent exercer sur la composition saline de l'eau une influence dont on ne pouvait soupçonner la nature, avant de savoir qu'ils prennent du soufre aux sulfates et dégagent de l'hydrogène sulfuré. Aucun compte n'en a été tenu dans les

Ouvrages de Médecine; on y admet que les eaux sulfureuses du trias et des terrains tertiaires tiennent, en général, leurs sulfures d'un sulfate, dont on attribue la réduction à des lignites ou autres strates riches en matière organique : telle est l'hypothèse acceptée au sujet des eaux sulfureuses du bassin de Paris, qui traversent successivement le gypse de l'éocène supérieur et le diluvium quaternaire. Nous nous proposons d'examiner le rôle des organismes inférieurs dans les sources minérales comme aussi dans les lacs, les bains antiques et les boues du sous-sol de Paris, où M. Daubrée (*Comptes rendus*, t. XCII, p. 57 et 101) a constaté, d'une part, une sulfuration de médailles anciennes, d'autre part, un dépôt de soufre, dus à la réduction d'un sulfate alcalin ou calcaire. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'alcool allylique monochloré α* $CH^2{=}CCl{-}CH^2(OH)$ *et ses dérivés*. Note de M. L. **Henry**, présentée par M. Würtz.

« J'ai fait connaître précédemment (¹) que l'*alcool allylique monobromé α*, $CH^2{=}CBr{-}CH^2(OH)$, lequel m'a servi à faire l'*alcool propargylique* $CH{\equiv}C{-}CH^2(OH)$, peut être obtenu directement de son bromure $CH^2{=}CBr{-}CH^2Br$, sans passer par l'acétate correspondant, sous l'action de l'eau seule ou, mieux encore, de l'eau tenant en dissolution du carbonate bipotassique.

» L'alcool allylique monochloré α, $CH^2{=}CCl{-}CH^2(OH)$, s'obtient mieux et plus aisément encore dans les mêmes conditions.

» On fait bouillir dans un ballon très évasé, en communication avec un réfrigérant ascendant, l'*épibichlorhydrine* $CH^2{=}CCl{-}CH^2Cl$ (ébull. 95°) avec une solution étendue de potasse. Après quelques heures de chauffe, le chlorure a presque totalement disparu et est entré en dissolution en se transformant en alcool. On soumet le tout à la distillation; l'alcool allylique monochloré passe surtout dans les premières portions; le carbonate potassique le fait sortir totalement de sa solution dans l'eau.

» Le rendement est avantageux. L'emploi de la potasse caustique est moins satisfaisant que celui du carbonate, en ce sens que l'alcool obtenu est mélangé d'alcool propargylique.

» L'*alcool allylique monochloré α*, $CH^2{=}CCl{-}CH^2.OH$, constitue un liquide

(¹) *Bulletins de Berlin*, t. XIV, p. 404, et *Comptes rendus du Congrès de l'Association française à Reims*, en 1880.

incolore, d'une limpidité parfaite, moins mobile et plus épais que l'alcool allylique lui-même, d'une odeur faible. Sa densité à 19° est égale à 1,164, il bout inaltéré à 136° sous la pression de 763^{mm}.

» Il se conserve intact dans les conditions ordinaires.

» Il se dissout assez aisément dans l'eau, au fond de laquelle il tombe. Sa solubilité est considérablement moindre cependant que celle de l'alcool allylique.

» Son *éther acétique* $CH^2=CCl-CH^2(C^2H^3O^2)$, produit de l'action du chlorure d'acétyle, bout à 145°; c'est un liquide d'une odeur très fraîche.

» Son *éther bromhydrique* $CH^2=CCl-CH^2Br$, produit à l'aide du tribromure de phosphore $PhBr^3$, bout à 121°; je le regarde, jusqu'à present, comme *physiquement* identique avec le chlorure d'allyle monobromé $CH^2=CBr-CH^2Cl$, produit de l'action $PhCl^3$ sur l'alcool allylique monobromé α, $CH^2=CBr-CH^2(OH)$.

» Le *sulfocyanate* correspondant, produit de l'action du chlorure α, $CH^2=CCl-CH^2Cl$, sur le sulfocyanate potassique, bout à 180-181°. Sans décomposition, fraîchement distillé, il est incolore et rappelle totalement l'essence de moutarde; mais il s'altère après quelque temps et brunit avec intensité. La *thiocinnamine monochlorée,* à laquelle il donne lieu en s'ajoutant à l'ammoniaque, fond à 90-91°.

» Avec le mélange nitrosulfurique bien refroidi, l'alcool allylique monochloré α se transforme aisément en son éther nitrique $CH^2=CCl-CH^2(NO^3)$, liquide incolore, plus dense que l'eau et insoluble dans celle-ci, d'une odeur piquante.

» L'alcool allylique monochloré α détermine aisément les phénomènes d'addition des composés non saturés, monosubstitués et dans le même sens.

» On sait que, sous l'action de l'acide sulfurique, le système $-CCl=CH^2$ se transforme dans le système acétonique $-CO-CH^3$ (¹); cela étant, l'alcool allylique monochloré α devait fournir, sous l'action de l'acide sulfurique, de l'alcool pyruvique $CH^3-CO-CH^2(OH)$. J'ai constaté qu'il en est ainsi; l'alcool allylique monochloré se dissout aisément dans H^2SO^4, en s'échauffant notablement; de l'acide HCl se dégage abondamment; distillé avec de l'eau, en grande quantité, cet acide sulfurique, devenu épais et

---

(¹) Le propylène monochloré fournit dans ces conditions de l'acétone (Oppenheim) et le chlorure d'allyle monochloré α de l'acétone monochloré (Louis Henry).

visqueux, fournit un liquide qui possède toutes les propriétés réductrices, si caractéristiques des solutions aqueuses, de l'alcool pyruvique.

» L'alcool allylique monochloré α se combine vivement à l'acide hypochloreux (OH) Cl; conformément aux faits que j'ai constatés en ce qui concerne le chlorure correspondant $CH^2=CCl-CH^2Cl$, j'espère obtenir par cette réaction, en même temps que le produit d'addition de l'alcool au chlore $CH^2Cl-CCl^2-CH^2OH$, la *monochlorhydrine mésoxalique*

$$CH^2Cl-CO-CH^2(OH),$$

» L'alcool allylique monochloré β, $CHCl=CH-CH^2(OH)$, a été signalé l'an dernier par M. Van Romburgh [1] et obtenu par le même procédé que celui que j'ai employé. Il bout à 153°.

» Son *éther acétique* avait été obtenu dès 1875 par M. Martinoff [2], par l'action du chlorure d'allyle monochloré β, $CHCl=CH-CH^2-Cl$, sur l'acétate potassique. Je l'ai refait directement par l'action de C^2H^3OCl sur l'alcool; il bout à 157°-158°.

» L'alcool allylique monochloré β est, à cause de *son extrême causticité*, un des produits les plus désagréables à manier que j'aie rencontrés; il détermine sur la peau, par le moindre attouchement, des ampoules considérables et très douloureuses; il est bien remarquable que son isomère, l'alcool α, que je viens de faire connaître, soit dépourvu de cette propriété malfaisante. J'avais déjà remarqué d'ailleurs que l'alcool allylique monobromé α $CH^2=CBr=CH^2.OH$, dont j'ai dû préparer de notables quantités à l'occasion de l'alcool propargylique, est également inoffensif.

» On ne s'explique nullement que la transposition d'un atome de chlore, dans la molécule totale C^3H^5ClO, détermine une différence si radicale dans les propriétés physiologiques du tout. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Études chimiques sur la betterave à sucre, dite betterave blanche de Silésie;* par M. **H. Leplay**. (Extrait.)

« *De l'influence des bases, potasse et chaux, en combinaison organique dans les différentes parties de la betterave (racines, pétioles et feuilles) sur l'accumulation du sucre dans la betterave (racine).* — L'examen des nombres fournis par les analyses conduit aux conclusions suivantes : les quantités de bases, po-

---

(1) *Bulletin de la Société chimique de Paris*, t. XXXVI, p. 557.

(2) *Bulletin de la Société chimique de Berlin*, t. VIII, p. 1318.

tasse et chaux, en combinaison organique dans la betterave (racine), prises, soit dans leur ensemble, soit isolément, paraissent n'avoir aucune influence sur la richesse en sucre de la betterave.

» Les quantités de ces bases répandues dans toutes les parties de la betterave en végétation, c'est-à-dire contenues dans le même poids de racine, pétioles et feuilles réunies, paraissent également n'avoir aucune influence sur la richesse en sucre de la betterave.

» Les quantités de ces mêmes bases ramenées à la quantité de betterave (racine) ayant produit 100^{gr} de sucre, pris pour point de comparaison, paraissent également n'avoir aucune influence sur la richesse en sucre de la betterave.

» Mais si, au lieu de prendre pour point de comparaison les quantités de ces bases contenues dans la betterave (racine), on réunit, dans un même nombre, les bases contenues dans la racine, les pétioles et les feuilles, correspondant à 100^{gr} de sucre dans la racine, on arrive à cette conclusion qu'il existe, par rapport au sucre, dans la première période de la végétation, c'est-à-dire en juin et juillet, dix fois plus de ces bases en combinaison organique, que dans la deuxième période, c'est-à-dire en octobre, et cela aussi bien dans le sol calcaire que dans le sol argileux.

» Il résulte de là que la végétation pendant la première période développe, dans la betterave, surtout des acides végétaux, qui saturent les bases, et que, pendant la deuxième période, elle développe du sucre.

» Mais il arrive aussi que, si, dans la deuxième période de végétation, certaines influences déterminent un excès de développement de la betterave (racine) en volume ou en poids, les quantités de bases, potasse et chaux, augmentent, et la quantité de sucre diminue dans de grandes proportions, surtout pour les betteraves de 2^{kg} à 4^{kg}, végétant dans le sol argileux; tandis que, dans le sol calcaire, la proportion de bases en combinaison organique à celle du sucre se maintient à l'état normal, malgré un développement semblable de la betterave en volume ou en poids.

» Lorsqu'on examine dans leur totalité les quantités de bases, potasse et chaux, en combinaison organique à l'état insoluble dans les tissus, on arrive à cette même conclusion, que la quantité de ces bases paraît n'avoir aucun rapport avec la richesse en sucre de la racine.

» Il en est absolument de même de la potasse en combinaison organique insoluble dans les tissus, pris, soit isolément dans les tissus de la betterave (racine), soit dans l'ensemble des autres parties, racine, pétioles et feuilles.

» Mais il n'en est plus de même lorsque l'on compare les quantités de chaux en combinaison organique, non pas dans les tissus de chaque partie de la betterave, prise isolément, mais dans la réunion de ces parties, racines, pétioles et feuilles : on arrive à cette conclusion, que la racine est d'autant plus riche en sucre qu'elle contient plus de chaux en combinaison organique insoluble dans les tissus de chacune de ses parties.

» Les betteraves ayant végété dans le sol argileux, arrivées à leur maturité, n'arrivent à posséder la richesse saccharine de la betterave ayant végété dans le sol calcaire que lorsqu'elles ont acquis, dans les tissus de chacune de leurs parties, la quantité de chaux en combinaison organique insoluble contenue dans les betteraves qui ont végété dans le sol calcaire.

» Lorsque les betteraves, dans la deuxième période de leur végétation dans le sol argileux, se développent en volume, de manière à arriver au poids de 2^{kg} à 4^{kg}, leur richesse en sucre décroît rapidement ; il en est de même pour la quantité de chaux en combinaison organique insoluble, contenue dans les tissus de chacune de ses parties, racines, pétioles et feuilles ; tandis que, dans le sol calcaire, la richesse en sucre de la betterave éprouve une décroissance bien moins grande, sous l'influence du développement de la betterave en volume ; lorsque cette décroissance se produit, elle est toujours en rapport avec une réduction dans la quantité de chaux en combinaison organique insoluble dans toutes les parties, racine, pétioles et feuilles, quel que soit d'ailleurs le poids ou le volume de betterave.

» La richesse en sucre de la betterave (racine) paraît donc indissolublement liée à la quantité de chaux en combinaison organique insoluble dans les tissus de tous les organes, racine, pétioles et feuilles, de la betterave en végétation.

» La chaux en combinaison organique dans les tissus de toutes les parties de la betterave en végétation n'a pas seulement pour influence de donner des betteraves plus riches en sucre sous le même poids, mais aussi d'amoindrir, dans une grande proportion, la décroissance de richesse saccharine de la racine sous l'influence de son développement en volume.

» Il ne suffit pas que la betterave, pour donner le maximum de richesse saccharine, contienne dans les tissus d'une seule et même de deux de ses parties, soit feuille et racine, la quantité normale maximum de chaux en combinaison organique insoluble : il faut que cette quantité normale de cette base existe dans les trois organes, racine, pétioles et feuilles.

» La décroissance de la richesse saccharine de la betterave, sous l'in-

fluence de son développement en volume ou en poids, correspond à une décroissance dans la quantité de chaux en combinaison avec l'acide carbonique contenu dans la partie limitée et relativement très restreinte du sol où végètent les radicules.

» L'épuisement du sol est d'autant plus grand et la richesse saccharine de la betterave d'autant moins grande, que la betterave prend un plus grand développement en volume ou en poids.

» Le moyen de diminuer l'épuisement du sol, dans l'espace limité où végètent les radicules, et de diminuer en même temps l'influence de cet épuisement du sol sur la richesse saccharine de la betterave, consiste à multiplier les points de contact du sol avec les radicules, en multipliant les sujets pour une même surface de sol, par le rapprochement des betteraves entre elles dans la culture.

» Ces faits bien constatés donnent l'explication de la production bien connue d'une plus grande quantité de sucre à l'hectare par la multiplicité des sujets, c'est-à-dire par le rapprochement des betteraves entre elles. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la réduction des nitrates dans la terre arable.* Troisième Note de MM. **Dehérain** et **Maquenne**, présentée par M. Pasteur.

« Dans deux Notes récentes, insérées aux *Comptes rendus* [1], nous avons annoncé que des nitrates, placés dans une terre arable riche en matières organiques et soustraite à l'action de l'air, disparaissent peu à peu, et que leur réduction, accompagnée d'un dégagement d'azote et de gaz hilarant, présente tous les caractères d'une fermentation.

» En suivant une marche différente de la nôtre, MM. U. Gayon et Dupetit sont également arrivés à cette dernière conclusion.

» Dans l'espoir de déterminer la nature du ferment contenu dans la terre arable qui réduit les nitrates, nous avons placé, dans un flacon de 250^{cc}, de la terre de jardin avec une dissolution de sucre à 1 pour 100 environ et 2^{gr} de nitrate de potasse : le flacon, exactement rempli de liquide, a été muni d'un tube abducteur et porté à 35° environ.

» La fermentation s'est déclarée après une dizaine de jours; de nombreuses bulles de gaz, d'abord emprisonnées dans la terre, se sont peu à peu dégagées et l'on a pu les recueillir.

» Quand la fermentation est en pleine activité, elle fournit dans l'espace

---

(1) *Comptes rendus*, t. XCV, p. 691 et 732.

d'une journée près d'un quart de litre de gaz; le premier échantillon recueilli a présenté à l'analyse eudiométrique la composition suivante :

Acide carbonique	80,5
Protoxyde d'azote	8,2
Azote	11,3

» Le gaz dépouillé d'acide carbonique renfermait sur 100 parties 42,3 de protoxyde d'azote; essayé par l'alcool, ce gaz nous a donné des chiffres analogues.

» Ce gaz provenait d'une fermentation assez lente, dans laquelle les 2gr de nitrate avaient disparu.

» On remit dans ce même flacon une nouvelle proportion de sucre et de nitrate; la fermentation ne tarda pas à se ranimer et le lendemain, quand elle était en pleine activité, elle fournit un gaz présentant la composition suivante :

Acide carbonique	67,3
Hydrogène....................	31,5
Azote	1,2

» On voit que la nature des gaz obtenus varie avec l'énergie de la fermentation et le moment de la prise d'échantillons.

» L'eau expulsée du flacon par le dégagement du gaz et qui recouvrait par place le mercure de la cuve présentait l'odeur caractéristique de l'acide butyrique; en rapprochant ce fait de la présence de l'hydrogène dans les gaz dégagés, il paraissait probable que le ferment dont nous avions constaté l'existence, mais dont nous ignorions la nature, était le ferment butyrique de M. Pasteur, décrit par M. Van Tieghem sous le nom de *Bacillus amylobacter*.

» En examinant, en effet, au microscope le liquide en fermentation, nous y avons reconnu une multitude de vibrions, présentant tous les caractères du *Bacillus amylobacter* et notamment bleuissant par l'iode.

» Nous avons cherché, dans d'autres essais, à provoquer la fermentation butyrique en présence des nitrates, en empruntant le ferment à des feuilles ou à des graines abandonnées sous l'eau à l'abri de l'air. Nous y avons réussi; les liquides en fermentation, additionnés de nitrates, les ont réduits parfois avec production de petites quantités de protoxyde d'azote, plus souvent avec dégagement d'hydrogène et d'azote, surtout quand la fermentation était tumultueuse

» Dans quelques cas, la fermentation lactique s'est développée seule, mais alors nous n'avons plus obtenu la réduction des nitrates.

» Il nous paraît donc probable que l'agent réducteur qui provoque la décomposition des nitrates dans une terre confinée est le *Bacillus amylobacter,* dont les germes sont très répandus et qui existent notamment dans le fumier de ferme.

» L'hydrogène produit par la fermentation butyrique agirait donc de la même façon que l'hydrogène naissant dont l'action sur l'acide azotique est connue depuis si longtemps, et il est possible que d'autres organismes décomposant les matières organiques avec émission d'hydrogène, exercent une action semblable à celle que nous venons de signaler pour le *Bacillus amylobacter.* »

M. **Chevreul**, à l'occasion de la Communication précédente, présente diverses observations relatives à l'acide butyrique. Il compte faire de ces observations l'objet d'une Note, dont il donnera prochainement lecture à l'Académie.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Fermentation directe de la fécule. Mécanisme de cette métamorphose.* Note de M. **V. Marcano**, présentée par M. Würtz.

« Dans une Note précédente, j'ai eu l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie les résultats de mes premières recherches sur la fermentation alcoolique de la fécule non gélatinisée. Le présent Mémoire a pour but de compléter et de généraliser ces observations.

» Je rappellerai que les faits qui m'ont mis sur la voie que je poursuis sont connus depuis les temps les plus reculés; ils ont servi aux Indiens de l'Amérique méridionale pour préparer avec le maïs un vin auquel on donne le nom de *chicha.*

» D'abord, le maïs est mis à tremper dans de l'eau pendant quatre à six heures. Cette opération n'a d'autre effet utile que de ramollir la matière, qu'autrement il serait difficile, pour ne pas dire impossible, de réduire en pâte homogène par l'action des moyens primitifs dont on dispose dans ces contrées. Même en admettant qu'il se forme une diastase pendant le temps relativement très court où le maïs reste en contact avec l'eau, il suffit de remarquer que la pâte obtenue est ensuite soumise à l'ébullition, qui anéantit le pouvoir de toute diastase.

» Pour mettre hors de cause l'hypothèse de l'action germinative préa-

lable dans les phénomènes en question, je fais l'expérience suivante. Du maïs sec, pourvu de son épiderme, a été réduit en poudre aussi fine que possible; celle-ci a été bouillie avec de l'eau pendant un quart d'heure et le mélange a été abandonné à lui-même dans de grands flacons bouchés avec une feuille de papier. La fermentation ne tarda pas à se déclarer en produisant un liquide fortement alcoolique. J'obtiens donc ainsi la *chicha* sans trempage initial, par conséquent, en dehors de toute transformation germinative préalable des éléments de la graine. De plus, une fois le travail du ferment ralenti, par suite de la présence de l'alcool, on peut le provoquer à nouveau, même à plusieurs reprises, en décantant et ajoutant de l'eau chargée de petites quantités de sels minéraux. C'est donc bien la fécule du fond qui fournit l'alcool directement par l'intervention du vibrion déjà décrit, lequel pullulait dans la masse; et l'on doit admettre que la fécule peut se transformer en sucre et dextrine, et par suite en alcool, en dehors de l'action de tout produit diastasique émanant des cellules végétales.

» Une fois bien établies la présence d'un microbe et son intervention dans ces changements, on peut se demander si son action est précédée, aidée ou accompagnée de la formation d'une diastase. Pour résoudre ce point, j'ai dû chercher un antiseptique qui pût me mettre à même d'entraver l'action du micro-organisme à un moment donné, sans toutefois s'opposer à celle de la diastase. L'acide salicylique, qui arrête presque instantanément les mouvements du vibrion, a dû être rejeté, parce qu'il annihile aussi le pouvoir transformateur du ferment soluble ([1]). Par contre, le chloroforme, dont la valeur remarquable comme antiseptique a été mise en relief par M. A. Müntz, employé à doses massives, m'a fourni un moyen sûr d'arrêter la fermentation dans le cas présent.

» Les expériences ont porté sur le mélange formé de fécule de l'embryon et d'épiderme qui se détache du reste de la graine par l'action du pilon sur le maïs : le vibrion, dont la spore se trouve déposée sur la pellicule de la graine, attaque, même à la température ambiante, la fécule jeune. Voici la manière d'opérer.

» On épuise par de l'eau saturée de chloroforme le mélange précédent et l'on fait agir le liquide filtré sur de l'empois; l'action est nulle ou presque nulle.

» On expose à l'étuve pendant vingt-quatre heures l'infusion précédente, sans chloroforme

([1]) Brown and Heron, *Contributions to the history of starch and its transformations* (*Journ. of the Chem. Soc.*, septembre 1879, p. 597-654.)

cette fois, pour que la fermentation de la fécule s'accomplisse. Si pendant celle-ci le microbe engendre une diastase, elle se concentrera dans le liquide et y apparaîtra faute d'emploi, lorsque l'organisme parvenu au maximum de son développement aura fait disparaître la plus grande partie de la matière fermentescible. Arrivé à ce point, on filtre l'eau-mère à travers de la porcelaine dégourdie, sous pression. On obtient un liquide dépourvu d'organismes qui additionné de chloroforme, par excès de précaution, possède un fort pouvoir diastasique sur l'empois. La solution de cette diastase précipite abondamment, sans concentration préalable, par l'alcool absolu, se coagule par la chaleur (75°-76°) en donnant des gros flocons qui surnagent dans un liquide inactif.

» Les faits qui précèdent tendent donc à établir que la diastase est un produit de l'activité vitale du vibrion. Pour donner à cette conclusion tout le poids de la certitude, j'ai ensemencé le microbe dans un milieu formé par de la fécule non gélatinisée et une solution d'albumine artificielle dans l'eau non distillée. L'organisme s'y est développé à merveille et j'ai pu constater que le liquide filtré, additionné d'un excès de chloroforme et soumis à son action pendant quelques heures, possédait un pouvoir diastasique considérable, égal à celui d'un bon extrait de malt ([1]).

» Maintenant il est aisé de se rendre compte de l'action du microbe sur le grain de fécule. On sait que la diastase n'agit utilement sur la granulose stratifiée qu'à la condition que les couches, d'ailleurs imperméables de celle-ci, soient déchirées au moins sur un point. Telle paraît être en première ligne la tâche du microbe qu'on voit s'agglomérer sur les grains de fécule qui lui servent de proie; il traverse ses enveloppes, pénètre même à l'intérieur, déversant sans cesse la diastase, qu'il engendre par son action sur les albuminoïdes.

» Quand la fermentation de l'amidon a marché convenablement, si l'on place une goutte de la masse sous le microscope, on voit à côté de quelques grains de fécule, très rares du reste, qui ont conservé leur forme, une multitude de lambeaux de cellulose-amidon, sur lesquels se démènent des vibrions qui les entraînent, comme une fourmi colportant un morceau de feuille. Si l'on prolonge suffisamment le temps de la fermentation, la fécule disparaît en entier, quelle que soit la quantité qu'on ait mise en expérience, et même les lambeaux de cellulose-amidon finissent par disparaître.

» Les faits observés sur le maïs, comme on pouvait s'y attendre, se reproduisent exactement avec toutes les graines féculentes que j'ai examinées

---

([1]) Je rappelle que Brown et Héron (*loc. cit.*) avaient signalé la formation de la diastase, par la métamorphose des albuminoïdes, en dehors de toute action germinative.

sous ce point de vue (et elles sont déjà nombreuses). Réduites en poudre, additionnées d'eau et soumises à la température de 40°-45°, elles éprouvent immédiatement la fermentation alcoolique dans toute la masse. Il y a apparition d'un microbe, lequel présente les trois formes de vibrions, spores et tubes mycéliaux, qui semblent identiques aux formes correspondantes de celui du maïs. Tous font fermenter facilement et complètement le sucre de lait, la mannite et la dulcite. Dans toutes les graines précédentes germées, on a trouvé le vibrion développé dans l'intérieur des tissus.

» Cette propriété du microbe du maïs, de faire fermenter la lactose et la saccharose, trouve une application utile que je dois rapporter ici succinctement : c'est l'obtention du *koumyss*. Il suffit d'ensemencer le vibrion dans du lait tiède additionné de lactose en quantité proportionnelle à la force alcoolique du produit qu'on veut avoir, pour obtenir une fermentation très active, tumultueuse, qui dure huit ou dix jours, tant qu'il reste du sucre à transformer, et qui s'effectue même à la température ambiante. La boisson obtenue, très alcoolique, à peine acide, d'un goût et d'une saveur agréables, renferme de fortes proportions de diastase.

» En terminant, je rappellerai qu'un microbe, le *Eurotium oryzæ*, intervient dans la préparation d'une boisson alcoolique que les Japonais se procurent au moyen du riz cuit. Le microbe, en développant son mycélium, réalise sur la graine féculeuse des transformations identiques en tout point à celles qu'y engendrerait la germination [R. W. ATKINSON, *Sur la diastase du Kösi* (*Moniteur scientifique de Quesneville*, janvier 1882, p. 7 à 33)].

» Le microbe qui fait fermenter l'amidon dans le maïs et en général dans les graines féculentes, et qui se trouve dans la tige de cette céréale, est celui qui produit la fermentation du jus de la canne dans les fabriques de sucre. Ces vibrions sont contenus dans les cellules de la tige de cette plante, où il est facile d'en constater la présence. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur le rôle des vers de terre dans la propagation du charbon et sur l'atténuation du virus charbonneux*. Note de M. **FELTZ**, présentée par M. Vulpian.

« Le Dr Koch et plusieurs autres professeurs allemands ont fait paraître, à la fin de l'année 1881, dans le premier volume du *Recueil officiel* des travaux du Bureau sanitaire allemand, des expériences en contradiction, sur plusieurs points essentiels, avec les remarquables recherches publiées en France par M. Pasteur et ses collaborateurs. J'ai voulu savoir à quoi m'en

tenir sur la valeur des objections de ces expérimentateurs, particulièrement en ce qui concerne : 1° le rôle des vers de terre dans la propagation du charbon, et 2° l'atténuation du virus charbonneux.

» A. *Rôle des vers de terre dans la propagation du charbon.* — A l'exemple de M. Koch, je mélange, le 30 mai 1882, dans un pot de fleurs, de la terre avec le contenu de plusieurs flacons de culture de charbon pur et de sang charbonneux desséché ; j'y fais encore couler le sang de quelques cobayes morts franchement charbonneux du 30 mai au 22 juin, et je pose sur cette terre ainsi préparée quatorze vers qui ne tardent pas à s'y enfoncer. Du 22 juin au 22 juillet, j'extrais successivement six vers que je lave soigneusement et à plusieurs reprises dans de l'eau distillée. Je les coupe en tronçons sur une plaque de verre préalablement chauffée à haute température, et à l'aide de bistouris flambés. J'inocule le contenu des vers à des séries de deux cobayes; j'agis de la même manière avec les différentes eaux de lavage. Les cobayes des six séries, inoculés avec le contenu des vers, meurent tous charbonneux en moins de trois jours; la plupart des cobayes inoculés avec les premières eaux de lavage succombent également au charbon ; les cobayes traités par les dernières eaux de lavage résistent tous. Ces expériences ne laissent pas de doute ; le contenu terreux des vers tirés de mon vase est évidemment susceptible de donner le charbon : une autre preuve m'est donnée par la possibilité d'obtenir du charbon très pur par des cultures successives du contenu de ces vers. Les vers de terre jouent donc pour moi, comme pour M. Pasteur, contrairement aux assertions de M. Koch, un grand rôle dans la propagation du charbon. Des inoculations à des cobayes faites avec des tronçons de vers desséchés dans une étuve à 36° de température démontrent d'un autre côté que la poussière même de ces vers reste charbonneuse. Il nous a été impossible de différencier, dans les grains terreux qui composent le contenu des vers et dans la poussière qui résulte de leur dessiccation, les spores du charbon.

» L'autopsie des animaux ne saurait laisser de doutes sur la cause de la mort : l'examen du sang et de la rate, ainsi que les cultures faites avec ce sang, ont toujours établi la présence de la bactéridie charbonneuse et l'absence du microbe de la septicémie.

» B. *Atténuation des virus charbonneux.* — Arrivé, après bien des tâtonnements, à faire des bouillons de poule très limpides, légèrement alcalinisés et stérilisés, j'y ai cultivé le charbon. Il m'a été facile de démontrer, par l'expérimentation, que les cultures conservent toujours la virulence du sang dont elles procèdent. Le microscope montre dans toutes ces cultures les

caractères des filaments bactéridiens et des spores qui se développent dans les bactéridies. En plaçant des cultures fraîches dans des étuves chauffées et maintenues rigoureusement à la température de 42° à 43°, j'ai pu m'assurer, en inoculant à des animaux le contenu de mes flacons, que le virus charbonneux perd progressivement de sa force en raison directe du temps de son exposition dans les étuves jusqu'à disparition complète de toute virulence. Ce qui caractérise cette espèce de dégénérescence du charbon, c'est la ténuité des filaments, et un certain rapetissement des corpuscules germes dans les cultures.

» En présence de cette atténuation plus ou moins accentuée des virus dans les circonstances déterminées par M. Pasteur, on ne saurait douter que la nature peut accomplir dans la terre une opération analogue et que c'est ainsi que l'on doit expliquer la gravité plus ou moins accentuée des épidémies charbonneuses.

» L'étude comparative des virus atténués, faite sur des lapins et des cobayes, établit que le lapin résiste bien mieux à leur action que le cobaye. S'il est difficile de trouver l'atténuation charbonneuse, qui ne fait que rendre le cobaye malade sans le tuer, il est loin d'en être ainsi pour le lapin.

» Parmi les lapins que tuent des virus insuffisamment atténués, il en est qui périssent rapidement par le charbon; d'autres vivent huit à dix jours. Ceux-ci se subdivisent en deux catégories : les uns ne paraissent plus charbonneux tout en l'étant, les autres ne le sont plus. Le sang des premiers est si pauvre en bactéridies que l'on a peine à les trouver : elles n'y font cependant pas défaut, car elles se multiplient par les cultures, et le sang inoculé aux cobayes les tue avec les signes du charbon. En examinant les organes, on trouve, chez les animaux de cette catégorie, des taches hémorrhagiques de la muqueuse de l'estomac et de l'intestin : l'examen histologique démontre qu'il s'agit ici d'embolies capillaires constituées par des amas de bactéridies. Les seconds ne sont plus charbonneux; les cultures de leur sang restent stériles; les inoculations de ce sang à des cobayes ne tuent pas ces derniers; les plaques hémorrhagiques du tube digestif, s'il en reste, ne renferment plus de bactéridies. Ces observations me paraissent très importantes : ne nous donnent-elles pas une indication sur le *modus faciendi* de la nature dans la guérison spontanée du charbon? ne s'agirait-il pas d'une destruction et d'une élimination des bactéridies par le tube digestif?

» Certain de la possibilité de l'atténuation des virus charbonneux dans les conditions indiquées par M. Pasteur, j'ai cherché à vacciner contre le

charbon des lapins d'abord, des moutons ensuite. A cet effet, j'ai inoculé à diverses séries de lapins, de quinze en quinze jours, des virus de moins en moins atténués. Dès ma troisième série, j'ai obtenu des résultats surprenants : presque tous les lapins traités comme je viens de le dire résistaient à ce que j'avais de plus virulent en fait de culture de charbon et même à l'inoculation de sang charbonneux. En août j'ai fait tuer, par raison d'économie, plus de trente lapins vaccinés; j'en ai conservé six pour me rendre compte ultérieurement de la durée de l'immunité vaccinale.

» En possession de mes virus vaccins de lapins, j'ai expérimenté sur des moutons. Le 6 juillet 1882, j'inocule à trois moutons de pays le contenu d'un flacon B, culture d'une atténuation charbonneuse qui tuait le cobaye à coup sûr et très difficilement le lapin : les moutons ayant très bien résisté, le 20 juillet je refais l'opération avec le contenu d'un flacon C, qui a tué cinq lapins sur sept; ils résistent encore. Le 3 août, je me sers d'une culture de charbon virulent. Ces animaux restant réfractaires à ce que j'avais de plus toxique, je leur inocule enfin, le 15 août, ainsi qu'à un mouton frais devant servir de témoin, des bactéridies charbonneuses, que M. Pasteur voulut bien m'envoyer. Les trois moutons vaccinés continuent à se bien porter; le témoin au contraire a succombé charbonneux en trente-six heures.

Les faits que je viens de rapporter ne permettent pas d'hésiter entre M. Pasteur et ses contradicteurs; ils confirment en effet en tous points les conclusions de l'éminent physiologiste français. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Sur l'action désinfectante et antiseptique du cuivre.* Note de M. **Burcq**, présentée par M. Bouley.

« Les recherches nombreuses auxquelles je me suis livré et dont j'ai fait connaître, en janvier 1880, les plus récentes à l'Académie de Médecine, ont démontré : 1° que les ouvriers en cuivre qui absorbent, sous forme de poussières, des quantités notables de ce métal, sont à l'abri du choléra, sauf de rares exceptions, tout aussi rares que celles qui sont relatives à l'insuffisance de la vaccine contre la petite vérole; 2° que ces mêmes ouvriers semblent jouir de la même immunité par rapport à d'autres maladies infectieuses et notamment par rapport à la fièvre typhoïde, immunité d'où semble résulter que les sels de cuivre jouissent à un haut degré de propriétés antiseptiques.

» D'autre part, les procédés que l'industrie emploie pour la conserva-

tion des traverses de chemins de fer, des poteaux télégraphiques, des bâches, etc., ont démontré que ces mêmes sels protègent aussi très efficacement le chanvre, le blé, etc., contre toutes sortes de parasites.

» Ces diverses considérations me conduisent à penser, d'une part, qu'on peut se procurer l'immunité dont jouissent les ouvriers en cuivre, en se plaçant dans les mêmes conditions d'imprégnation cuprique, à l'aide des moyens que j'ai indiqués et dont l'innocuité est établie aujourd'hui; d'autre part, qu'il est au moins permis d'espérer de bons résultats, dans les maladies infectieuses, de l'administration d'un sel de cuivre, par le haut et par le bas, pourvu que cette administration soit faite en temps opportun et à dose suffisante.

» Mais il y a une troisième conclusion, susceptible d'une application immédiate, qui m'a été suggérée par le débat engagé à l'Académie de Médecine, par M. Marjolin, sur la question des logements insalubres.

» Les baraquements, en planches ordinaires, deviennent bientôt des réceptacles de contages dont on ne peut plus les débarrasser d'aucune façon, quoi que l'on fasse : témoin l'histoire d'un navire anglais, qu'on dut dépecer, après avoir tout fait pour le purger de l'infection variolique; ces planches ne tardent point, d'ailleurs, à être rongées par la moisissure. Il y aurait tout avantage, au point de vue économique comme au point de vue hygiénique, à les construire avec des bois injectés au sulfate de cuivre par les procédés du Dr Bourgery ou autres.

» Les rideaux et les objets de literie, voire même certains effets d'habillement, tels que la capote du convalescent et même les chemises, devraient être aussi passés au cuivre, comme l'on fait pour les bâches de voiture. Cette dernière précaution aurait certainement pour effet de détruire beaucoup de ces contages que visent les sages prescriptions du Comité consultatif d'hygiène publique.

» Pour m'en tenir, quant à présent, à la question des baraquements, je ferai remarquer que l'emploi de planches suffisamment cuivrées supprimerait l'emploi de ces moyens plus ou moins dispendieux, d'un effet douteux et tout au moins temporaire : blanchiment à la chaux, raclage, lessivage à l'eau phéniquée ou autre, etc. D'autre part, la durée des constructions serait beaucoup plus grande. L'ensemble de ces avantages est tel, qu'on est presque tenté de s'étonner que l'Assistance publique n'y ait point déjà songé.

» Me sera-t-il permis, en terminant, de former des vœux pour que l'Administration prenne les mesures nécessaires, afin de s'assurer, par les

moyens dont elle dispose, si l'immunité des ouvriers en cuivre (en activité de travail), par rapport à la fièvre typhoïde, continue à se manifester en 1882 comme dans l'épidémie de 1876-77 [1]? »

PHYSIOLOGIE. — *Analyse du réflexe de C. Loven*; par M. LAFFONT, présentée par M. Paul Bert.

« En 1866, dans un Mémoire intitulé *Dilatation consécutive aux irritations nerveuses*, publié dans le *Compte rendu des travaux exécutés au laboratoire physiologique de Leipsig*, M. Christian Loven signale un nouveau réflexe vaso-dilatateur dans le membre inférieur, chez le lapin. Incisant la peau à la face interne de la jambe, le long du tibia, il découvre l'artère saphène, très petite au milieu de ses deux veines satellites; il prépare ensuite le nerf dorsal du pied à la face antérieure de l'articulation tibio-tarsienne et le sectionne entre deux ligatures. C'est alors que, appliquant un courant faradique sur le bout central du nerf sectionné, M. C. Loven constate que cette excitation provoque rapidement une dilatation énorme de l'artère saphène.

» Déjà, dès 1857, M. Schiff, dans un Mémoire présenté à l'Académie royale de Copenhague, avait montré que l'excitation des racines postérieures du plexus sciatique, chez le chat, provoque tantôt un refroidissement, tantôt un échauffement du membre, suivant la durée de l'irritation, tant que le nerf sciatique est intact.

» Depuis l'expérience de C. Loven, aucun physiologiste n'a, à notre connaissance, découvert les voies de ce réflexe. Nous avons donc porté nos investigations de ce côté [1]. Étant donné que l'excitation faradique du bout central du nerf dorsal du pied amène une énorme dilatation de l'artère saphène, il s'agissait de rechercher :

» 1° La voie centripète de ce réflexe : c'est-à-dire par quelles paires nerveuses l'excitation pénètre dans la moelle; si les racines antérieures conduisent l'excitation sensible, ou si ce sont les racines postérieures;

---

(1) Dans la Société dite *du Bon accord* (tourneurs, ciseleurs et monteurs en bronze), depuis l'année 1819, époque de sa fondation, on n'a pas eu à constater un seul décès par la fièvre typhoïde ou par le choléra, ainsi qu'on peut s'en assurer au siège de cette Société, qui est dans la maison Denière.

(1) Nous avons sommairement, dans les *Comptes rendus des travaux du Laboratoire de M. Paul Bert, pour* 1881, annoncé les premiers résultats de nos recherches que nous complétons aujourd'hui.

» 2° La localisation du centre réflexe : ce centre se trouve-t-il au niveau même du point de pénétration du filet centripète dans la moelle?

» 3° La voie centrifuge : les filets vaso-dilatateurs sortent-ils au même niveau ou par les mêmes paires qui apportent l'excitation aux centres nerveux?

» 4° Les filets vaso-dilatateurs suivent-ils directement les nerfs musculo-moteurs et se différencient-ils ainsi des nerfs vaso-constricteurs sympathiques, comme le voulait Cl. Bernard, ou se confondent-ils avec ce système nerveux spécial, comme l'ont prouvé, pour l'oreille, MM. Schiff et Vulpian, comme je l'ai démontré moi-même pour les filets vaso-dilatateurs du foie, comme l'ont établi, en dernier lieu, MM. Dastre et Morat pour *une partie* des filets vaso-dilatateurs de la région bucco-labiale, chez le chien?

» J'ai institué, pour la recherche de ces différents points, quatre séries d'expériences, sur des animaux curarisés.

1° J'ai préparé, chez le lapin, les racines du plexus sciatique qui sont constituées par les deux dernières paires lombaires et les trois premières paires sacrées, et j'ai passé un fil sous chaque racine postérieure. Isolant ensuite le nerf dorsal du pied, j'ai excité son bout central toujours avec le même courant sensible et parfaitement supportable à la langue. Après chaque excitation capable de produire l'apparition du réflexe chez l'animal ainsi préparé, j'ai arraché une des racines postérieures isolées, en commençant par la plus inférieure, et j'ai constaté que l'arrachement des deux dernières paires postérieures du plexus sciatique ne nuit en rien à l'apparition du réflexe, qui s'atténue au contraire considérablement après l'arrachement de la racine postérieure de la première paire sacrée, et disparaît complètement après l'arrachement de la dernière paire lombaire.

Ainsi l'excitation pénètre dans la moelle par les racines postérieures de la dernière paire lombaire et de la première sacrée.

L'arrachement des seules racines antérieures n'a pas empêché la production du réflexe.

2° Pour découvrir si le centre de réflexion se trouvait au point d'immergence des filets centripètes, j'ai sectionné la moelle au-dessus des origines du plexus sciatique. *A priori*, puisque l'arrachement des racines antérieures du plexus sciatique n'a pas empêché l'apparition du réflexe pendant l'excitation du nerf dorsal du pied, je pouvais affirmer qu'après section de la moelle à ce niveau, l'excitation du nerf dorsal du pied ne provoquera plus la dilatation de l'artère saphène : c'est ce qui est arrivé. J'ai observé en outre que la faradisation du tronçon inférieur de la moelle provoque un rétrécissement vasculaire du membre observé, tandis que la faradisation du tronçon supérieur est suivie d'une dilatation vasculaire manifeste. Ceci indique que l'excitation chemine dans la moelle jusqu'à un niveau supérieur que nous rechercherons plus tard.

3° Nous venons de voir que les filets centrifuges ne sortent pas des centres nerveux par les racines du plexus sciatique. J'ai donc préparé toutes les racines des nerfs lombaires et découvert que les racines antérieures des deuxième, troisième et quatrième paires lombaires contiennent les filets vaso-dilatateurs du membre inférieur. Deux fois, chez de jeunes chiens,

l'excitation du bout périphérique de la racine antérieure de la quatrième paire lombaire a été accompagnée d'une dilatation très forte de l'artère saphène.

4° Les filets vaso-dilatateurs se perdent-ils dans les nerfs rachidiens? Évidemment non, puisque les trois paires lombaires qui contiennent les fibres vaso-dilatatrices du membre inférieur ne s'anastomosent pas avec le plexus sciatique. J'ai donc été amené à les rechercher dans les rameaux communiquants du sympathique émanés des deuxième, troisième et quatrième paires lombaires, et j'ai vu dans un certain nombre d'expériences que l'excitation de ces rameaux communiquants, avant leur pénétration dans les ganglions sympathiques, provoque directement la dilatation de l'artère saphène *lorsque le nerf sciatique n'est pas sectionné à l'échancrure du même nom*.

Je citerai, en dernier lieu, une expérience de cours qui réussit toujours. Sur un animal légèrement curarisé, j'ouvre l'abdomen sur la ligne blanche, et je prépare, en écartant les viscères, les différents rameaux communiquants qui contiennent les filets vaso-dilatateurs du membre inférieur, puis je passe un fil sous chacun des groupes qu'ils constituent. L'animal étant recousu, le nerf dorsal du pied est recherché, sectionné entre deux ligatures, et l'artère saphène est mise à découvert. On s'assure, après cela, que chaque excitation du bout central du nerf dorsal du pied est accompagnée de la dilatation classique de l'artère saphène. On arrache alors, sans découdre la plaie, les rameaux communiquants en tirant sur les fils qui les embrassent, et dès lors le réflexe de Loven est aboli à tout jamais.

Conclusions. — Cette analyse du réflexe de Loven nous montre que l'excitation partie du nerf dorsal du pied remonte dans le nerf sciatique, pénètre dans la moelle par les racines postérieures de la première paire sacrée et de la dernière paire lombaire, y suit un trajet ascendant pour se rendre au centre vaso-dilatateur, d'où les filets dilatateurs redescendent et sortent de la moelle par les racines antérieures des deuxième, troisième et quatrième paires lombaires, se jettent dans le sympathique par les rameaux communicants, et de là vont dans le nerf sciatique [1]. »

ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE ANIMALES. — *Sur l'appareil venimeux et le venin du Scorpion* (Sc. occitanus). Note de M. **Joyeux-Laffuie**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Malgré sa grande simplicité et les nombreuses descriptions que nous ont données les anatomistes, l'appareil venimeux du Scorpion mérite encore d'attirer l'attention à quelques points de vue. Quant au mode d'action du venin, MM. Paul Bert et Jousset de Bellesme ont émis sur ce sujet des idées complètement opposées.

(1) Travail des Laboratoires de M. Paul Bert à la Sorbonne et de M. Laffont à la Faculté de Médecine de Lille.

» Ayant eu en ma possession un aussi grand nombre de Scorpions occitaniens que je l'ai désiré, grâce à la création, par M. de Lacaze-Duthiers, d'un laboratoire de Zoologie à Banyuls-sur-Mer, j'ai pu faire l'anatomie de l'appareil venimeux et chercher quel est le véritable mode d'action du venin. C'est le résultat de ces recherches que je viens présenter à l'Académie.

Anatomie [1]. — L'appareil à venin du Scorpion est constitué par le dernier segment abdominal; renflé, piriforme, il se termine par un aiguillon recourbé, de couleur foncée, à extrémité très aiguë, et près de laquelle on distingue, à la loupe, les deux petits orifices ovalaires, destinés à la sortie du venin.

» Pour se rendre un compte exact de la forme, de la situation et des rapports des glandes à venin, ainsi que de leurs canaux excréteurs, il est nécessaire de faire des coupes transversales dans toute la longueur de l'appareil venimeux.

» Les glandes à venin sont au nombre de deux, de même forme, de même volume et symétriquement placées. Chaque glande est logée dans une sorte de cavité qu'elle remplit complètement et qui est constituée : du côté externe par le squelette chitineux; sur les faces interne, antérieure et postérieure, par une membrane musculaire formée de fibres striées. Ces fibres s'insèrent sur le squelette chitineux : d'une part, suivant une ligne antérieure située à peu près à la réunion de la face externe avec la face antérieure; d'autre part, sur une seconde ligne postérieure placée à la réunion de la face externe avec la face postérieure.

» Ces fibres musculaires forment ainsi une cloison courbe dont la concavité regarde la glande : c'est pour ainsi dire une sorte de sangle allant d'une extrémité à l'autre de l'organe et qui, par ses contractions soumises à la volonté de l'animal, comprime les tissus et chasse le venin au dehors. Il existe ainsi, pour chaque glande à venin, une cloison musculaire; contiguës sur la ligne médiane, elles laissent en avant et en arrière, en se séparant, deux espaces remplis par du tissu cellulaire et dans lequel cheminent les vaisseaux et les nerfs qui se rendent à l'appareil à venin.

« Chaque glande comprend une paroi et une cavité centrale qui sert de réservoir pour le venin secrété. La paroi de la glande est composée de deux couches :

» 1° Une couche mince constituée par du tissu cellulaire et des fibres musculaires lisses : cette couche présente à sa face interne des prolongements

---

[1] L'animal est supposé placé la bouche en haut et le dos en arrière, l'abdomen est naturellement allongé.

en forme de lames, situés dans la cavité centrale, prolongements qui ont pour effet d'augmenter la surface sécrétante.

» 2° Une couche cellulaire constituée par un épithélium prismatique non vibratile, tapissant la face interne de la couche précédente ainsi que les replis qu'elle présente. Les cellules épithéliales observées à l'état frais et à un fort grossissement se montrent remplies de protoplasma, contenant en suspension et en grande abondance de fines granulations arrondies caractéristiques du venin de Scorpion. Ces granulations masquent le noyau des cellules, mais il suffit de traiter par l'acide acétique pour le voir immédiatement apparaître. Ce sont ces cellules épithéliales qui élaborent le venin et d'où il s'échappe par rupture des cellules pour s'accumuler dans la cavité centrale de l'organe jusqu'à ce que, sous l'influence de la volonté de l'animal, il soit rejeté au dehors.

» *Physiologie.* — Le venin de Scorpion est un poison très actif, sans cependant atteindre le degré de puissance toxique que certains auteurs ont voulu lui attribuer; son action est en rapport direct avec la quantité introduite dans l'économie. Une goutte de venin, soit pure, soit mélangée à une petite quantité d'eau distillée et injectée dans le tissu cellulaire d'un lapin, amène rapidement la mort. Les Oiseaux sont aussi facilement tués que les Mammifères. Avec une seule goutte de venin on peut faire périr sept à huit Grenouilles. Les Poissons, et surtout les Mollusques, sont beaucoup plus réfractaires; mais, en revanche, les articulés sont d'une susceptibilité surprenante; la centième partie d'une goutte de venin suffit pour tuer immédiatement un Crabe de forte taille. Les Mouches, les Araignées et les Insectes dont le Scorpion fait sa nourriture sont, pour ainsi dire, foudroyés par la piqûre de cet animal.

» Le venin de Scorpion paralyse, après un temps généralement court, les muscles striés et supprime les mouvements spontanés et réflexes. Toujours chez tous les animaux apparaissent d'abord des phénomènes d'excitation auxquels succèdent bientôt des phénomènes de paralysie. On peut donc distinguer dans l'empoisonnement par le venin de Scorpion deux périodes : 1° une période d'excitation, 2° une période de paralysie.

» M. Paul Bert a décrit les phénomènes d'excitation et montré les points communs et différentiels entre les convulsions produites par le venin de Scorpion et celles que l'on observe dans l'empoisonnement strychnique; il me suffit d'ajouter que, contrairement à l'opinion de cet auteur, plus la dose de venin injecté est considérable, plus tôt les convulsions se montrent et plus elles sont violentes. Au contraire, plus la dose est faible, plus tard les convulsions apparaissent et plus elles sont légères.

» La période d'excitation est un indice certain de la période de paralysie. Lorsque la première s'est manifestée, si faiblement que ce soit, la seconde ne fait jamais défaut. C'est un fait important pour les cas de piqûre de l'homme par le Scorpion : tant que la période d'excitation ne se sera pas montrée, on n'aura pas à craindre la période de paralysie, qui seule est capable de causer la mort. Il n'existe aucun temps de repos entre les deux périodes, même en général la seconde a déjà commencé que la première persiste encore.

» Naturellement on doit se demander quel est le mode d'action du venin. Pour M. Paul Bert, c'est un poison du système nerveux; pour M. Jousset de Bellesme, c'est un poison des globules sanguins.

» Le venin injecté dans le tissu cellulaire d'un animal pénètre dans la circulation : là M. Jousset de Bellesme prétend que le venin agit sur les globules du sang. Je me hâte d'ajouter que les choses sont loin de se passer aussi simplement et que cette théorie, purement fantaisiste, est basée sur des expériences dont j'ai vérifié l'inexactitude.

» Le venin n'a aucune action sur le sang et, mélangé à lui, il est entraîné dans le torrent circulatoire et va se répandre dans tout l'organisme. Il arrive ainsi aux centres nerveux qu'il irrite et provoque les convulsions caractérisant la période d'excitation. Ces convulsions sont causées par l'action du venin sur le cerveau : aussi font-elles défaut chez les grenouilles, dont on a préalablement séparé le cerveau et la moelle. Si, d'une part, le sang conduit le venin au contact des centres nerveux, d'autre part il le conduit aussi vers les terminaisons nerveuses qu'il modifie d'une façon particulière; comparable au mode d'action du curare, il paralyse l'action des nerfs moteurs sur les muscles striés.

» Le venin de scorpion doit donc être placé parmi les poisons du système nerveux, comme le veut M. Paul Bert, et non, comme M. Jousset de Bellesme a cherché à le démontrer, parmi les poisons du sang [1]. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Recherches sur les organes génitaux des Huîtres.* Note de M. **P.-P.-C. Hoek**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« L'année dernière, la Commission administrative de la Station zoologique de la Société Néerlandaise de Zoologie a pris l'initiative pour des

[1] Dans un Mémoire détaillé, accompagné de figures, je donnerai plus de détails sur l'appareil venimeux du Scorpion et sur le mode d'action du venin.

recherches ayant rapport à l'anatomie, à l'embrylogie et à la biologie des huîtres.

» La partie anatomique de ces recherches m'est échue. Mon travail a été fait dans la petite station en bois de la Société Néerlandaise qui, pendant l'été des deux dernières années, fut établie dans le voisinage de Bergen-op-Zoom. Cette ville, située sur le bras le plus septentrional de l'Escaut, est pour ainsi dire le centre de l'ostréiculture hollandaise.

» Mes recherches ont porté en premier lieu sur les organes génitaux de l'Huître. A la fin de la première saison j'ai publié un résumé dans le sixième Rapport annuel sur notre Station Zoologique. A l'heure qu'il est, après avoir consacré de nouveau quelques mois à ces études, mes connaissances sur les organes génitaux se sont tellement développées, que je publierai un Rapport sommaire de mes recherches avant la fin de l'année. Il sera publié à la fois en français et en hollandais.

» Le résultat le plus remarquable de mes recherches de l'année passée a été d'avoir constaté que les organes génitaux des Huîtres ne constituent pas de glandes localisées, mais qu'ils se répandent sur presque toute la surface du corps. Aussi ils ne répondent nullement à la définition ordinaire de ces organes (glandes en grappe ramifiées) usitée pour les Lamellibranchiales. Sur les deux flancs du corps ils ne sont séparés de l'intégument, qui, en ces endroits, est manteau en même temps, que par une mince couche de tissu conjonctif; en avant de la cavité péricardique, du côté ventral et dorsal, la partie gauche communique avec la partie droite de l'organe. Partout on rencontre ses ramifications, qui sont en communication les unes avec les autres et dont la paroi interne produit des culs-de-sac se dirigeant vers l'intérieur et verticalement vers la surface du corps. Les cellules épithéliales de ces culs-de-sac se métamorphosent ou bien en œufs ou bien en cellules spermatogènes. Aussi, c'est le même cul-de-sac qui produit à la fois des spermatozoïdes et des œufs.

» L'année passée, je n'avais pas réussi à reconnaître les orifices de la génération. A l'exception de M. de Lacaze-Duthiers, tous les auteurs qui se sont occupés de cette question ont échoué sur la même difficulté. Pour mieux aboutir que mes prédécesseurs, j'avais employé la méthode des coupes : j'isolais de petits morceaux du processus ventral, à l'endroit où se trouve l'orifice observé par M. de Lacaze-Duthiers. Malheureusement, une première série de coupes me montrait bien la fente longitudinale parallèle au cordon nerveux, qui court du ganglion branchial aux branchies, fente observée par M. de Lacaze-Duthiers; mais la série s'interrompit avant que cette fente se fût prolongée dans le canal génital. Dans une autre série,

chaque préparation contient une coupe du canal génital, qui pourtant ressemble en tout point aux ramifications de l'organe reproducteur, mais dont la valeur spéciale ne fut pas reconnue par moi. Ce fut ainsi que je fus porté à douter de l'exactitude de l'observation de M. de Lacaze-Duthiers.

» Les recherches de l'été passé m'ont démontré que ce n'était pas M. de Lacaze-Duthiers, mais moi-même qui étais dans l'erreur. La fente longitudinale se prolonge dans un canal, qui n'est autre que le canal génital; ce canal commence à se ramifier tout près de l'orifice; ce sont les branches de ce canal qui se ramifient de nouveau en se répandant sur presque toute la surface du corps.

» Il n'y a pas trace de papille génitale; des deux côtés du corps, la place de l'orifice est exactement la même, et c'est aussi ce même orifice qui sert pour l'organe de Bojanus : il faut donc le considérer comme orifice urogénital. Les conduits des organes génitaux et de l'organe de Bojanus se rencontrent près de l'orifice commun. On pourrait donc avancer, avec le même droit, que le conduit de l'organe de Bojanus aboutit à celui des organes génitaux ou le contraire. L'analogie nous forcerait plutôt à nous placer au dernier point de vue.

» Sur l'organe de Bojanus des Huîtres, la littérature est muette. Dans l'excellent travail de M. de Lacaze-Duthiers (*Ann. des Sciences nat.*, 4e série, t. IV, 1855), l'Huître commune n'a pas été étudiée, et M. von Jhering, en 1877 (*Zeitschrift*), résumant ce qui a été publié sur l'organe de Bojanus des Mollusques, avoue que, pour l'Huître, notre connaissance est nulle. Mes recherches m'ont conduit à étudier également cet organe.

» Le corps de Bojanus ne forme pas un organe nettement distinct; il se compose de replis membraneux communiquant entre eux, et débouchant dans une cavité tapissée d'un épithélium à cellules ciliées et s'ouvrant par un petit canal dans l'orifice urogénital. Les cellules de la paroi du canal sont pourvues de cils vibratiles plus longs que ceux des cellules de la cavité. Cette cavité doit être la même que celle qui, chez la Moule, a été signalée par M. Sabatier comme canal collecteur. Dans la paroi de cette cavité commence un canal étroit, qui court presque parallèlement au conduit génital et finit par déboucher dans la cavité soi-disant péricardiaque. Ce canal est tapissé de cellules à cils vibratiles, très larges, se touchant et mettant obstacle à la pénétration de tout objet, même le plus petit. Les plis membraneux de l'organe de Bojanus se répandent dans les parois de la cavité péricardiaque et de là sur la partie postérieure des deux flancs du corps, puis dans cette partie du manteau qui approche du muscle adducteur du côté

ventral. Dans mon Rapport, je donnerai une description détaillée de l'organe de Bojanus de l'Huître.

» S'il n'y a pas le moindre doute sur l'hermaphroditisme de l'Huître, il semble résulter de mes recherches que, au moment où une Huître prend part à la propagation, elle fonctionne toujours ou bien comme mâle ou bien comme femelle : donc elle est physiologiquement dioïque. Et, quand les œufs d'une Huître sont fécondés par les spermatozoïdes d'une autre, on ne saurait s'étonner que la rencontre des œufs et des spermatozoïdes ait lieu dans l'intérieur de l'animal. Alors le fait observé par M. de Lacaze-Duthiers et par d'autres auteurs, savoir que l'œuf de l'Huître est presque toujours fécondé à l'heure de la ponte, n'a plus rien de surprenant. Alors également le grand nombre de mâles, c'est-à-dire d'animaux fonctionnant comme mâles, comme l'ont constaté M. Davaine et M. de Lacaze-Duthiers, s'explique. Chez l'Huître comme chez la plupart des autres Lamellibranches, les spermatozoïdes vont à la rencontre de l'œuf : « l'eau entraîne le sperme » que les courants et les mouvements ciliaires de la surface interne du » manteau font pénétrer jusqu'aux œufs », c'est-à-dire jusque dans l'intérieur du conduit génital.

» Je crois que cette manière d'envisager la question est la seule qui donne une explication naturelle des faits. »

M. **Tanguy** adresse une Note concernant la propriété projective des corps et la rotation des corps célestes.

M. **Ch. Brame** adresse une Note portant pour titre : « Imitation des nébuleuses célestes irréductibles ou partiellement irréductibles, au moyen de l'antimoine incandescent, coulé en mince filet sur du papier noir ».

M. **C. Watteau** obtient l'autorisation de retirer du Secrétariat une Note sur les conditions d'émergence dans les prismes, sur laquelle il n'a pas été fait de Rapport.

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. D.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 NOVEMBRE 1882.

PRÉSIDENCE DE M. JAMIN.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Résultats des expériences faites sur les bougies électriques à l'Exposition d'électricité;* par MM. **Allard**, **F. Le Blanc**, **Joubert**, **Potier** et **H. Tresca**.

« Depuis les premiers essais de M. Jablochkoff, on a désigné sous le nom de *bougies* les appareils d'éclairage électrique dont les charbons restent constamment placés à la même distance l'un de l'autre et qui, pour que ce résultat puisse être réalisé, se consument d'une manière identique, sous l'influence d'un courant alternatif.

» Les bougies Jablochkoff sont, comme on le sait, formées de deux charbons maintenus parallèlement et à une petite distance l'un de l'autre par une sorte de cloison en plâtre qui se détruit au fur et à mesure de l'usé même de ces charbons.

» Les bougies Debrun peuvent aussi brûler dans une situation verticale inverse et les bougies Jamin se consument toujours par leur extrémité inférieure, ce qui donne à l'intensité de leurs feux une plus grande efficacité, sous le rapport de l'intensité de l'éclairage, au-dessous de l'appareil disséminé.

» XVII. *Machine Debrun alimentant sept bougies Debrun.* — La machine de M. Debrun n'est autre que celle de Gramme, telle qu'elle est construite pour alimenter huit bougies Jablochkoff, mais avec excitatrice montée sur le même arbre ; fil fin de $1^{mm},4$. Elle était disposée pour alimenter deux courants dont l'un fonctionnait seul dans l'expérience; c'était là évidemment une cause d'infériorité dont il ne nous a pas été possible de tenir compte, mais qui est d'ailleurs tout entière du fait de M. Debrun. Elle explique l'impossibilité dans laquelle nous nous sommes trouvés d'indiquer un rendement mécanique, même approximatif.

» Les expériences ont été faites sur sept bougies entretenues par la même machine; le fonctionnement n'a pas été très régulier et c'est à cette circonstance qu'il faut attribuer l'absence de quelques-unes des données fondamentales, au point de vue électrique. La force électromotrice a varié dans une très grande proportion, de 40 à 60 volts, et les calculs auraient dû être faits avec un potentiel moyen qui laisse certainement à désirer sous le rapport de l'exactitude. Plusieurs déterminations photométriques ont été obtenues sur la lampe retournée, c'est-à-dire avec charbons brûlant par leur extrémité inférieure; elles n'ont indiqué qu'une intensité horizontale de 23,9 carcels, avec réduction aux trois quarts de sa valeur primitive.

» XVIII. *Machine Gramme alimentant vingt bougies Jablochkoff.* — La machine Gramme employée dans cette expérience était construite pour courants alternatifs et divisée en quatre circuits, sur chacun desquels on a placé cinq bougies Jablochkoff.

» Le travail moteur qu'elle a dépensé a été mesuré à deux reprises avec des résultats absolument identiques; on a quelquefois superposé vingt tracés à l'indicateur sans y pouvoir distinguer le moindre dédoublement des traits du crayon.

» Les mesures du travail ont été très variées.

Machine complète, alimentant vingt bougies.

Travail total dépensé, en chevaux	15,22
Transmission seule	2,33
Travail moteur effectif pour vingt bougies	12,89
Travail moteur effectif pour seize bougies. 13,69 — 2,33 =	11,36
Machine fonctionnant à circuit ouvert	1,78
Machine à lumière, à circuit ouvert, et machine excitatrice, à circuit fermé, déduction faite du travail de la transmission.	3,06
Travail dépensé par la machine excitatrice seule	1,28

» On doit faire remarquer que, dans les deux circonstances principales,

le travail moteur a varié proportionnellement au nombre des bougies, dont l'intensité individuelle était en même temps restée la même.

» Les déterminations photométriques, très nombreuses et très concordantes, ont été faites sur les bougies vues de face et de champ, ainsi qu'à 45° au-dessus et au-dessous de l'horizon.

» Une expérience tentée en intercalant une résistance dans le circuit de l'excitatrice n'a pas fourni de résultats qui permettent de la calculer.

» XIX. *Machine Meritens alimentant vingt-cinq bougies Jablochkoff.* — La machine Méritens, avec ses cinq disques dont les seize bobines étaient montées isolément en tension, a été employée dans cette expérience à faire fonctionner respectivement, sur chacun de ses cinq circuits, cinq bougies Jablochkoff.

» Le 8 novembre, l'intensité photométrique a été déterminée sur une bougie seulement vue de face, horizontalement, puis à 45° et 60° au-dessus et au-dessous de l'horizon.

» Le 19 novembre, les mesures ont été prises sur un groupe de cinq bougies dans les mêmes conditions, mais seulement dans la direction horizontale.

» Les observations électriques ont présenté une grande régularité et tous les nombres ont été exclusivement calculés avec les éléments recueillis simultanément le 19 novembre.

» XX. *Machine Jamin alimentant trente-deux, quarante-huit et soixante bougies Jamin.* — La machine dont se servait M. Jamin à l'Exposition est une modification du type Gramme, avec auto-excitatrice, dans laquelle il a employé des fils plus fins ; il l'a en outre dégagée de manière à en assurer plus efficacement le refroidissement, au moyen d'un moulinet à ailettes, et il l'a fait marcher avec une vitesse notablement plus grande.

» Quant aux appareils d'éclairage, ils se distinguent surtout par la présence du cadre qui sert de conducteur, et qui exerce une grande influence sur le rallumage.

» Les bougies sur lesquelles nous avons opéré étaient celles qui étaient disposées en cordon horizontal au-dessus de l'installation de M. Méritens, et qui correspondaient à quatre circuits distincts, dans l'un desquels seulement une résistance avait été introduite pour arriver à la détermination des données électriques.

» Un premier essai, en date du 22 octobre, était entaché d'incertitudes résultant de glissements de courroies, et il nous a paru plus convenable de ne nous occuper ici que des essais du 25, qui forment ensemble une

série très concordante, dans laquelle on a pu faire varier le nombre des lampes, en deçà et au delà de celui qui paraît correspondre au maximum d'effet utile; c'est à ce même nombre de lampes qu'a correspondu également la plus grande fixité dans toutes les observations.

» L'expérience sur trente-deux lampes a été répétée une seconde fois pour que les éléments de comparaison fussent établis avec une entière sécurité, et c'est la moyenne des deux séries concordantes qui a été seule inscrite dans le Tableau.

» Toutes les observations électriques ont été faites à des intervalles très rapprochés et présentent ainsi un grand caractère d'exactitude. Les observations photométriques, effectuées sur une lampe seulement, n'ont eu lieu que dans la direction horizontale.

» La comparaison entre les résultats des trois séries de déterminations fait ressortir nettement l'influence du circuit extérieur.

TABLEAU DES EXPÉRIENCES SUR LES BOUGIES ÉLECTRIQUES.

Indications.	Formules.	XVII. Debrun. 7 boug.	XVIII. Jablochkoff avec machine Gramme. 20 boug.	XIX. Jablochkoff avec machine Méritens. 25 boug.	XX. Jamin. 32 boug.	XX. Jamin. 48 boug.	XX. Jamin. 60 boug.
Observations mécaniques.							
Vitesse de la machine à lumière.	Tours par minute.	2237	1206	861	2155	2300	2149
Travail moteur total..........	T^{chv}.	13,83	12,89	6,95	26,00	26,13	23,00
Travail à circuit ouvert.......		0	1,78	6,05	1,83	1,83	1,83
Observations électriques.							
Résistance de l'excitatrice et de l'inducteur...............	r^{ohms}.	»	0,31	»	0,50	0,50	0,50
Résistance du premier circuit...	R.	»	4,8	3,90	12,7	12,7	12,7
Résistance des autres circuits...	R'.	»	11,2	14,90	34,5	34,5	34,5
Intensité du courant inducteur..	i^{amp}.	»	53,3	»	25	25	25
Intensité du courant produisant la lumière................	I.	10,0	7,5	8,5	6,1	5,1	3,5
Différence de potentiel à la lampe.	E^{volts}.	50	43	42	77	69	74
Calculs électriques.							
Travail de l'excitatrice, en kilogrammètres..............	$\frac{ri^2}{g}$.	»	90	»	32	32	32
Travail du premier circuit.....	$\frac{RI^2}{g}$.	»	27,54	28,74	48,2	33,7	15,9

Indications.	Formules.	XVII. Debrun. 7 boug.	XVIII. Jablochkoff avec machine Gramme. 20 boug.	XIX. Jablochkoff avec machine Méritens. 25 boug.	XX. Jamin. 32 boug.	XX. Jamin. 48 boug.	XX. Jamin. 60 boug.
Travail des autres circuits	$\frac{R'I^2}{g}$.	»	64,26	114,22	130,9	91,5	43,1
Travail de l'arc (observé) en kilogrammètres		65,0	32,5	32,4	47,0	35,7	25,3
Travail de l'arc (calculé).....	$\frac{EI}{g}$.	»	32,9	36,4	47,9	35,9	26,4
Travail de l'arc (moyenne)	a.	»	32,7	34,4	47,5	35,8	25,8
Travail des arcs, en chevaux ...	$t = \frac{na}{75}$.	6,07	8,72	11,47	20,27	22,91	20,64
Travail électrique, total.......	T'.	»	11,15	13,0	23,09	25,01	21,85
Observations photométriques.							
Intensité lumineuse, horizontale de face......	Carcels.	37,6	27,7	32,5	22,0	23,9	12,9
Intensité lumineuse, moyenne sphérique	l.	27,4	20,2	23,7	16,0	17,4	9,4
Intensité totale, moyenne sphérique....................	$L = nl$.	192	404	592	512	835	564
Rendements.							
Rendement mécanique total....	$\frac{T'}{T}$.	»	0,87	0,76	0,89	0,96	0,95
Rendement mécanique des arcs.	$\frac{t}{T}$.	0,44	0,68	0,67	0,78	0,88	0,89
Rendement électrique des arcs..	$\frac{t}{T'}$.	»	0,78	0,87	0,88	0,92	0,94
Carcels par cheval mécanique ..	$\frac{L}{T}$.	13,9	31,3	34,8	19,7	32,0	24,5
Carcels par cheval électrique...	$\frac{L}{T'}$.	»	36,2	45,6	22,2	33,4	25,8
Carcels par cheval d'arc.......	$\frac{L}{t}$.	31,6	46,3	51,6	25,3	36,4	27,3
Carcels par ampère...........	$\frac{l}{I}$.	2,74	2,69	2,79	2,69	3,41	2,69

» Avant d'être résolu, par les lampes à incandescence, pour des intensités lumineuses beaucoup plus petites, le problème de la division des foyers électriques avait déjà reçu une très heureuse consécration par l'emploi des bougies Jablochkoff et de celles qui ont pris depuis lors une certaine place dans la pratique.

» Il est vraiment curieux de constater que les différents systèmes produisent, dès aujourd'hui, des résultats économiques presque identiques, tant sous le rapport du nombre des carcels fournis par cheval mécanique ou électrique que sous le rapport du rendement électrique des arcs.

» Dans ses meilleures conditions, la bougie de M. Jamin donne une somme de lumière beaucoup plus grande, sans que pour cela la dépense s'écarte de la proportionnalité commune, si ce n'est dans le cas de 48 bougies, qui est de beaucoup le plus favorable. Cela tient évidemment, pour une grande part, à ce que la machine génératrice est menée à une plus grande vitesse et dépense, par conséquent un plus grand travail.

» L'allumage automatique de ces bougies constitue, pour ce système d'éclairage, le progrès le plus notable. »

CHIMIE. — *Note sur la reproduction des osmiures d'iridium*; par M. **H. Debray**.

« En 1879, nous avons publié, H. Sainte-Claire Deville et moi ([1]), un travail sur la reproduction du platine ferrifère et de la laurite; j'en rappelle les points principaux. On fond du platine ou du ruthénium divisés avec de la pyrite de fer et un peu de borax, dans un creuset de terre. Si la température n'est pas trop élevée, on obtient des sulfures de platine et de ruthénium (laurite), qui cristallisent dans la masse de protosulfure de fer et qu'on en sépare en dissolvant celui-ci dans l'acide chlorhydrique étendu. On purifie ensuite le résidu par des réactifs appropriés indiqués dans notre Mémoire.

» Si la température à laquelle on opère est aussi élevée que possible, les sulfures se détruisent; on obtient, avec le platine, des cristaux d'un alliage contenant 11 à 12 pour 100 de fer et qui se rapproche du platine ferrifère naturel, en ce que, comme lui, il est dépourvu de propriété magnétique appréciable à l'aiguille aimantée. Avec le ruthénium, le métal reste à l'état cristallin dans un état de pureté très grand, puisqu'il ne contient pas plus de 1 pour 100 de fer.

» Comment se comportent l'iridium et l'osmium dans les mêmes circonstances? Je vais l'indiquer brièvement dans cette Note.

» En chauffant l'iridium avec la pyrite de fer, on obtient un culot qui, traité par l'acide chlorhydrique étendu, laisse un dépôt d'iridium cristal-

---

([1]) *Comptes rendus*, t. LXXXIX, p. 537.

lisé mélangé avec un sulfure noir [1] amorphe et léger, qui se dissout avec une grande facilité dans l'acide azotique; il est donc bien facile d'isoler l'iridium du milieu dans lequel il cristallise. Il s'y est d'abord transformé en sulfure, qui s'est décomposé à une haute température et y a pris la forme cristalline.

» Cet iridium n'est pas absolument pur; il contient de 1 à 2 pour 100 de fer; mais il cristallise en octaèdres réguliers : certains cristaux aplatis offrent l'apparence d'hexagones réguliers, ce qui pourrait faire hésiter sur sa forme fondamentale, si l'on n'avait pas dans les cristaux d'iridium tous les passages qui conduisent de l'octaèdre régulier à ces formes d'apparence hexagonale.

» L'iridium cristallise donc, comme la plupart des métaux, dans le système cubique. Il en est de même de l'osmium. Ce métal, fondu avec de la pyrite et un peu de borax, à haute température, donne également un culot, d'où l'on retire, par l'acide chlorhydrique, de l'osmium cristallisé, avec sa couleur bleue caractéristique et une matière noire sulfurée, facilement attaquable par l'acide azotique qui est sans action appréciable sur l'osmium cristallisé.

» L'osmium ainsi obtenu ne retient pas sensiblement de fer; il a tous les caractères du métal cristallisé que nous avons obtenu, H. Sainte-Claire Deville et moi, par l'action de l'acide chlorhydrique sur l'alliage de l'osmium avec l'étain ou le zinc.

» Il était intéressant d'examiner l'action de la pyrite sur des mélanges à proportions variables d'osmium et d'iridium, dont l'alliage natif, l'osmiure d'iridium, constitue un des produits les plus intéressants de la mine de platine et se présente dans la nature avec une composition très variable. On a fondu avec un grand excès de pyrite un mélange de 1 partie en poids d'osmium amorphe et de 1, 2 ou 3 parties d'iridium également amorphe. Dans les trois cas, on a obtenu, après le traitement successif du culot par l'acide chlorhydrique et l'acide azotique, un résidu cristallin, homogène, composé d'octaèdres réguliers avec des lames hexagonales qui rappellent certaines variétés d'osmiures naturels.

» Ces poudres cristallines n'ont pas la composition du mélange servant à les préparer, à cause de la production de la matière sulfurée noire qui se

---

(1) Ces sulfures noirs très altérables, que l'on obtient avec le ruthénium, l'iridium et l'osmium, nécessitent un examen particulier.

forme en même temps que l'alliage des deux métaux. La proportion d'iridium et d'osmium qu'elle retient ne dépend pas de la quantité relative des métaux employés, mais elle varie surtout avec la température à laquelle on a opéré.

» Les échantillons que je présente à l'Académie correspondent aux compositions suivantes :

	N° 1.		N° 2.		N° 3.
Ir..........	50	Ir..........	59	Ir..........	62,5
Os..........	50	Os..........	41	Os..........	37,5
	100		100		100,0

» On les reconnaît facilement à leur couleur intermédiaire entre celle de l'osmium et de l'iridium. L'échantillon n° **1** se rapproche par sa couleur bleue de l'osmium métallique, les échantillons nos **2** et **3** sont plus blancs et se rapprochent davantage, par conséquent, de l'iridium pur. Les osmiures naturels présentent la même particularité, c'est-à-dire qu'ils sont d'autant plus blancs qu'ils contiennent plus d'iridium.

» L'osmium et l'iridium peuvent donc cristalliser ensemble en toutes proportions, sans que la forme de leur combinaison en soit altérée. Ils sont donc isomorphes. Les osmiures naturels peuvent donc être de véritables mélanges isomorphiques, appartenant au système cubique, malgré l'apparence hexagonale de certaines variétés; mais je n'indique cette conclusion qu'avec une certaine réserve, à cause de la complication de la composition des osmiures naturels. Si l'osmium et l'iridium en forment la majeure partie, ils contiennent, pour ne parler que des éléments principaux, des quantités notables de platine, de ruthénium, de fer, qui peuvent avoir une influence sur la forme cristalline du produit complexe et variable, désigné sous le nom générique d'*osmiure*.

» Mais l'observation synthétique que je rapporte est intéressante en ce qu'elle est le premier essai de reproduction artificielle de produits éminemment réfractaires, sur l'origine desquels nous n'avons jusqu'ici aucune indication.

» Dans une prochaine Note, j'indiquerai l'action de la pyrite sur le rhodium. »

ASTRONOMIE. — *Rapport au Bureau des Longitudes sur la prochaine éclipse du 6 mai 1883*, lu par M. **Janssen**.

(Commissaires : MM. Fizeau, amiral Cloué, Lœwy, Janssen rapporteur).

« Le 6 mai de l'année prochaine verra s'accomplir, dans les régions lointaines de l'Océanie, un des plus rares et des plus importants phénomènes astronomiques du siècle.

» Il s'agit d'une éclipse totale de Soleil qui emprunte aux positions respectives, bien rarement réalisées, du Soleil et de la Lune, une durée tout à fait extraordinaire.

» Or, dans l'état actuel de la Science, où sont encore pendantes les plus importantes questions sur la constitution du Soleil et celle des espaces inexplorés qui l'avoisinent, sur l'existence de ces planètes hypothétiques que l'analyse de Le Verrier signale en deçà de Mercure, un phénomène qui nous livre, pendant de longues minutes, toutes ces régions soustraites à l'éblouissante clarté du Soleil et les rend accessibles à l'observation, est un phénomène de premier ordre.

» Nous allons examiner tout à l'heure les conditions dans lesquelles se produira cette rare occultation solaire ; voyons d'abord quel est l'état des questions qui devront être abordées en cette occasion. Une des plus importantes est celle qui regarde la constitution des espaces avoisinant immédiatement les enveloppes actuellement reconnues du Soleil.

» La grande éclipse asiatique de 1868, qui arriva si merveilleusement à propos, et par sa longue durée et par la maturité des problèmes qu'on allait aborder, nous permit en quelque sorte de déchirer le voile qui nous cachait les phénomènes existant au delà de la surface visible du Soleil. C'est alors que l'on découvrit l'énigme tant cherchée de la nature de ces protubérances rosacées qui entourent d'une manière si singulière le limbe du Soleil éclipsé.

» L'analyse spectrale nous apprit que ce sont d'immenses appendices appartenant au Soleil, et formés presque exclusivement de gaz hydrogène incandescent. Presque aussitôt, la méthode suggérée par cette même éclipse, et qui permet d'étudier journellement ces phénomènes, révéla bientôt les rapports de ces protubérances avec le globe solaire. On reconnut que ces protubérances ne sont que des jets, des expansions d'une couche de gaz et de vapeurs, de 8″ à 12″ d'épaisseur, où l'hydrogène domine, et qui est à très haute température, en raison de son contact avec la

surface du Soleil. Cette basse atmosphère est le siége de fréquentes éruptions de vapeurs venant du globe solaire, et parmi lesquelles on remarque principalement le sodium, le magnésium, le calcium. On doit même admettre que dans les parties les plus basses de cette *chromosphère*, comme elle a été désignée, la plupart des vapeurs qui, dans le spectre solaire, donnent naissance aux raies obscures qu'il nous présente, existent à l'état de haute incandescence.

» L'éclipse de 1869, qui fut visible en Amérique, permit, en effet, de faire l'importante observation, toujours confirmée depuis, du renversement du spectre solaire à l'extrême bord du disque, c'est-à-dire aux points où la photosphère est immédiatement en contact avec la chromosphère, phénomène qui ne signifie pas que la photosphère elle-même ne puisse contenir les mêmes vapeurs et concourir à la production des raies spectrales solaires.

» Ainsi, la découverte d'une nouvelle enveloppe solaire, la nature reconnue des protubérances et la connaissance de leur rapport avec le Soleil; enfin la conquête d'une méthode pour l'étude journalière de ces phénomènes, tels furent les fruits que donna l'analyse spectrale appliquée à l'étude de cette longue éclipse de 1868.

» Mais une éclipse totale nous présente encore d'autres manifestations complètement inexpliquées jusqu'au moment dont nous parlons. On voit au delà des protubérances et de l'anneau chromosphérique une magnifique auréole ou couronne lumineuse, d'un éclat doux et de teinte argentée, qui peut s'étendre jusqu'à un rayon entier du limbe obscur de la Lune.

» L'étude de ce beau phénomène, faite par les méthodes qui avaient donné de si magnifiques résultats, fut immédiatement entreprise et occupa les astronomes pendant les éclipses de 1869, 1870, 1871.

» Mais l'auréole ou la couronne, bien que constituant un brillant phénomène, possède en réalité une faible puissance lumineuse. De là la difficulté d'obtenir son spectre avec ses vrais caractères. Aussi les astronomes différèrent-ils d'abord sur la véritable nature du phénomène. En 1871 et par l'emploi d'un instrument extrêmement lumineux, on parvint à prouver définitivement que le spectre de la couronne contient les raies brillantes de l'hydrogène et la raie verte dite 1474 des cartes de Kirchhoff : observation qui démontre que la couronne est un objet réel constitué par des gaz lumineux formant une troisième enveloppe autour du globe solaire.

» Si, en effet, le phénomène de la couronne était un simple phénomène de réflexion ou de diffraction, le spectre coronal ne serait qu'un spectre

solaire affaibli. Au contraire, les caractères du spectre solaire sont ici tout à fait subordonnés, et le spectre est celui des gaz protubérantiels et de la matière encore inconnue décelée par la raie 1474 ([1]).

» Les éclipses subséquentes de 1875 et 1878, et celle qui vient d'être observée en Égypte, sont venues confirmer ces résultats.

» Mais, si la constitution du Soleil se dévoile ainsi rapidement, il nous reste encore de grands problèmes à résoudre, et sur cette dernière enveloppe solaire, et sur les régions qui l'avoisinent.

» Tout d'abord, les immenses appendices que la couronne a présentés pendant quelques éclipses ont-ils une réalité objective, et sont-ils une dépendance de cette immense atmosphère coronale, ou plutôt ne seraient-ce pas des essaims de météorites circulant autour du Soleil, ainsi que l'a suggéré un des membres du Bureau ?

» N'oublions pas la lumière zodiacale, dont il reste à déterminer les rapports avec ces dépendances du Soleil.

» Mais ces problèmes importants ne sont pas les seuls que nous devions actuellement aborder pendant les occultations du globe solaire. Les régions qui nous occupent renferment-elles une ou plusieurs planètes que l'illumination de notre atmosphère, si vive dans le voisinage du Soleil, nous aurait toujours dérobées. Le Verrier a longuement examiné cette question, et ses travaux analytiques l'avaient conduit à admettre leur existence.

» D'un autre côté, plusieurs observateurs ont annoncé avoir assisté à des passages de corps ronds et obscurs devant le Soleil ; mais ces observations sont loin d'être certaines. La surface du Soleil est souvent le siège de petites taches très rondes qui apparaissent et disparaissent dans un temps souvent assez court pour simuler le passage de corps ronds devant cet astre.

» La question a une importance capitale ; aussi préoccupe-t-elle actuellement, à juste titre, tous les astronomes.

» L'analyse de Le Verrier doit-elle enrichir le monde solaire vers ses régions centrales, comme elle l'a fait avec un si magnifique succès pour ses limites les plus reculées?

» Pour résoudre le problème dont la solution incombe encore plus par-

---

([1]) L'un de nous a émis l'idée (Notice du Bureau des Longitudes, 1879) que l'atmosphère coronale qui est en dépendance avec la chromosphère et la photosphère doit offrir un aspect beaucoup plus tourmenté à l'époque du maximum des taches et protubérances, puisque les jets d'hydrogène qui y pénètrent sont alors beaucoup plus nombreux et plus riches. Les observations ultérieures, et notamment celles qui ont été faites pendant la dernière éclipse, au moment où les éruptions solaires étaient abondantes, ont confirmé cette prévision.

ticulièrement à l'Astronomie française, nous n'avons que deux moyens : l'étude attentive de la surface solaire, ou l'examen des régions circumsolaires quand une éclipse nous en rend l'exploration possible. Ce dernier moyen semble le plus efficace, mais à la condition que l'occultation sera assez longue pour permettre une exploration minutieuse de toutes les régions où le petit astre peut être rencontré.

» Voilà ce qui donne une importance capitale à l'éclipse du 6 mai prochain, une des plus longues du siècle.

» Examinons actuellement les circonstances de cette grande éclipse, et les moyens qu'il conviendrait d'employer pour son observation.

» L'éclipse totale du 6 mai prochain aura une durée de six minutes au point où la phase est maximum ($5^m 59^s$) : c'est un temps triple de celui des éclipses ordinaires.

» La ligne centrale est tout entière comprise dans l'océan Pacifique sud, et on ne peut espérer l'observer que dans les îles de cet océan.

» Après une étude attentive de la question, il nous a paru que deux îles se prêtaient à peu près également bien à l'observation : ce sont les îles Flint et Caroline.

» L'île Flint (lat. 11°25′43″ et long. 154°8′ O.) est la plus rapprochée de la ligne centrale. Le calcul donne pour la durée de la totalité dans cette île $5^m 33^s$. L'île Caroline ou les Carolines est par 152°26′O. et 9°14′S.; la durée de la totalité y sera de $5^m 20^s$, c'est-à-dire seulement 13^s de moins qu'à l'île Flint.

» On voit que les conditions astronomiques du phénomène sont extrêmement favorables dans ces îles, et c'est à ces stations que nous proposerions au Bureau d'envoyer une expédition.

» Cette expédition partirait de Paris, se rendrait à New-York, traverserait le continent américain à l'aide du chemin de fer qui va à San Francisco, et là elle trouverait un paquebot (service français qui va être établi) qui la conduirait aux îles Marquises. Là, un navire de guerre de la station française la prendrait, et irait déposer chaque fraction de l'expédition à l'île Caroline et à l'île Flint. Ce navire, qui d'ailleurs serait pourvu de tout ce qui est nécessaire pour l'établissement des stations, la sûreté et le vivre des observateurs, ne quitterait ces parages que pour ramener la Mission à Taïti, où nos envoyés trouveraient des moyens de transport pour effectuer leur retour, soit par la voie d'aller, soit, ce qui semblerait préférable, par la voie de l'Australie. »

OPTIQUE. — *Note sur les raies telluriques et le spectre de la vapeur d'eau;* par M. J. JANSSEN.

« Notre savant confrère, M. Cornu, a fait dans la dernière séance une très importante Communication sur les raies telluriques du spectre solaire.

» M. Cornu se propose d'asseoir, sur la comparaison des raies telluriques d'intensité variable avec les raies constantes du spectre solaire, une méthode pour estimer des rapports dans l'état hygrométrique de l'atmosphère.

» Il est très naturel qu'à cette occasion je rappelle que je me suis donné le même but, mais par un moyen différent.

» La méthode que j'ai proposée [1] est basée sur l'étude du spectre de la vapeur d'eau, obtenu avec un tube plein de cette vapeur.

» Cette méthode a l'avantage de donner, non plus seulement des rapports entre les états hygrométriques, ce qui est le but que se propose M. Cornu, mais bien les quantités absolues de vapeur contenues dans l'atmosphère.

» Ce qui ne signifie point que, dans ma pensée, la méthode qui donne des rapports serait sans utilité, tout au contraire. En particulier, je trouve que l'idée de chercher, dans les raies relativement fixes du spectre solaire, des termes de comparaison pour les raies telluriques, est fort ingénieuse.

» Mais, avant d'entrer dans plus de détails sur l'emploi du spectre de la vapeur d'eau, je voudrais que M. Cornu me permît d'ajouter quelques éclaircissements à l'historique qu'il donne dans sa Note.

» Le point a trait à la dénomination des *raies telluriques* que j'ai proposée à la suite de mon travail de 1862-63.

» Notre confrère dit, au début même de sa Note :

« Aussi m'a-t-il paru plus simple de chercher à utiliser un phénomène secondaire qui se produit en même temps que l'affaiblissement général des radiations, à savoir l'existence, dans le spectre solaire, de bandes (Brewster) désignées sous le nom de *raies telluriques*. »

» D'après ce passage, ne pourrait-on pas croire que ce sont les bandes sombres de Breswter qui ont été désignées sous le nom de *raies telluriques?* Et comme c'est moi qui ai proposé cette dénomination, il en résulterait que j'aurais demandé une imposition de nom nouveau pour un phénomène déjà connu.

---

(1) *Comptes rendus*, 13 août 1866, 24 octobre 1870; *Conférence à la Société chimique de Paris*, 27 avril 1870.

» Or voici sur ce point la vérité historique (¹). On doit en effet à Brewster la découverte du phénomène désigné sous le nom de *bandes sombres* du spectre solaire. Mais les bandes de l'illustre physicien, telles qu'il savait les obtenir dans son instrument, n'étaient visibles qu'au lever et au cou-

---

(¹) « Depuis longtemps on avait remarqué des modifications particulières dans la constitution du spectre solaire, quand l'astre est abaissé sur l'horizon. Dans les instruments de faible dispersion, l'image prismatique se charge alors de bandes obscures distribuées principalement dans sa portion la moins réfrangible, c'est-à-dire dans le rouge, l'orangé, le jaune et le vert.

» Ce fait, observé par plusieurs physiciens, a été signalé et discuté pour la première fois, à ma connaissance, par M. Brewster, dans un beau Mémoire paru en 1833, dans les *Transactions philosophiques d'Édimbourg*.

» Le célèbre physicien avait découvert, peu d'années auparavant, l'action si remarquable du gaz acide hypoazotique sur la lumière; il avait constaté qu'un faisceau lumineux qui a traversé de faibles épaisseurs de ce gaz donne une image prismatique sillonnée de bandes obscures fort nombreuses et très prononcées. Rapprochant ce phénomène et celui que présentait le spectre du Soleil levant et couchant, il en conclut, avec beaucoup de sagacité, que les deux manifestations pourraient bien reconnaître une origine semblable, notre atmosphère agissant alors à la manière du gaz acide hypoazotique et devenant la cause des bandes observées dans le spectre solaire.

» Cette explication si juste rencontrait malheureusement une difficulté grave qui s'opposa toujours à son admission définitive. En effet, les bandes obscures disparaissaient presque toujours du spectre, lorsque, le Soleil s'étant élevé, l'astre se trouvait dans la région méridienne. Or cette disparition était évidemment en désaccord avec l'hypothèse d'une cause atmosphérique dont l'action, quoique à des degrés divers, devait toujours se faire sentir. C'est ainsi que cette importante question, posée dès 1833 par la découverte de M. David Brewster, resta longtemps indécise.

» En 1858, M. Piazzi Smith publia, dans les *Transactions philosophiques de la Société Royale de Londres*, des observations faites au pic de Ténériffe, sur les raies atmosphériques. Ces observations faisaient partie d'un programme d'Astronomie et de Physique très étendu; aussi l'auteur ne paraît-il pas avoir pu donner à cette question tout le temps qu'elle réclamait, et ses cartes, bien que présentant des groupes de raies très accusées, sont-elles peu comparables entre elles. Néanmoins, ces résultats sont dignes d'intérêt.

» Enfin, en 1860, parut, dans le célèbre recueil que je viens de citer, un grand Mémoire de MM. Brewster et Gladstone sur le spectre solaire et les bandes atmosphériques qu'il présente. M. Gladstone résume en quelque sorte, dans ce travail, tous les travaux de M. Brewster, fondus avec ses propres observations.

» Parmi les cartes spectrales qui accompagnent ce Mémoire, figure une carte des bandes atmosphériques. Cette carte, quoique très réduite, me paraît avoir beaucoup de mérite pour le moment où elle parut.

» Quant à la cause qui produit ces bandes obscures, les auteurs ne se prononcent pas à cet égard. On lit, en effet, dans le Mémoire : « In calling them *atmospheric*, nothing more

cher du Soleil. Dès que l'astre s'élevait notablement, elles disparaissaient du spectre. Cette circonstance empêcha toujours Brewster de conclure que le phénomène était dû à l'action de l'atmosphère terrestre.

---

is meant to be expressed by the term than the more fact that there lines or bands become much more visible as the Sun's rays pass through an increasing amount of atmosphere. — En les appelant *atmosphériques*, nous n'entendons rien de plus que d'exprimer simplement le fait que ces lignes ou bandes deviennent beaucoup plus visibles quand les rayons du Soleil passent à travers une grande épaisseur d'atmosphère. »

» Ainsi, en 1860, bien que le fait de la présence des bandes sombres nouvelles dans le spectre solaire à l'horizon fût surabondamment démontré, la cause de ce fait restait encore indécise. Des discussions prolongées avaient eu lieu à cet égard, et beaucoup de physiciens s'accordaient à rejeter l'action de l'atmosphère comme cause de ce singulier phénomène.

» Tel était l'état de la question en 1860. Je dois dire ici qu'au moment où j'ai commencé à m'occuper du spectre, c'est-à-dire en 1852, j'ignorais les travaux de M. David Brewster; ce sont les découvertes de l'Allemagne en analyse spectrale qui ont attiré mon attention sur ce sujet. Voici comment :

» Le Mémoire de MM. Bunsen et Kirchhoff faisait alors, dans le monde scientifique, une grande et légitime sensation. Les travaux des savants d'Heidelberg venaient, en effet, de constituer définitivement la méthode d'analyse par le spectre, et cette méthode donnait aussitôt d'admirables résultats : c'était la découverte de métaux nouveaux, l'explication enfin trouvée des mystérieuses raies du spectre solaire, et l'analyse même de l'atmosphère de cet astre, dans laquelle on retrouvait un grand nombre de nos métaux. Frappé, comme tout le monde, de la beauté de ces résultats, je construisis un spectroscope et répétai les principales expériences.

» Or, en réfléchissant sur l'explication des raies du spectre, telle que M. Kirchhoff la proposait, c'est-à-dire par l'action d'absorption élective des vapeurs métalliques de l'atmosphère solaire, je fus amené à penser que l'atmosphère de la Terre pourrait bien produire une action de ce genre. L'énorme différence de température entre ces deux atmosphères ne me parut pas une raison suffisante pour exclure toute action. Le phénomène des raies solaires me semblait devoir être attribué beaucoup plus à l'état gazeux des métaux de l'atmosphère solaire qu'à la température absolue de ces vapeurs. Si cette idée était juste, notre atmosphère devait avoir sa part d'action sur la lumière solaire. Le caractère de cette action devait être nécessairement de produire dans le spectre des phénomènes d'absorption variables avec les épaisseurs atmosphériques traversées, c'est-à-dire variables aux diverses heures du jour, et en général beaucoup plus accusées au lever et au coucher du Soleil.

» J'étudiai le spectre solaire à ce point de vue. Je crus d'abord remarquer dans la région jaune quelques raies qui me parurent plus foncées dans l'après-midi; mais les résultats n'étaient pas assez accusés pour en rien conclure. Afin d'obtenir des effets plus tranchés, je cherchai à obtenir le spectre du Soleil à l'horizon. Le 30 avril 1862, j'observai le lever de cet astre, du belvédère de ma maison. Le spectre présentait alors une constitution bien remarquable. Les régions du rouge, de l'orangé, du jaune, du vert étaient sillonnées de nom-

» Or, par des dispositions optiques nouvelles, je montrai :

» 1° Que les bandes de Brewster étaient entièrement résolubles en raies fines comparables aux raies d'origine solaire;

» 2° Que ces raies étaient toujours visibles dans le spectre, quelle que fût la hauteur du Soleil;

» 3° Que l'intensité de ces raies était sensiblement proportionnelle aux épaisseurs atmosphériques traversées. C'était la démonstration complète de l'origine atmosphérique du fait découvert par Brewster, et en même temps c'était la constatation d'un phénomène nouveau, celui de la production, par des gaz et vapeurs à la température ordinaire, d'un système de raies comparables aux raies métalliques d'origine solaire. Il était donc nécessaire de donner un nom pour désigner ce phénomène, qui se produisait alors d'une manière nouvelle et inattendue. Je proposai celui de *raies telluriques*, pour rappeler leur origine terrestre. Ce nom fut adopté.

» Les *raies telluriques* sont donc, historiquement, bien différentes des *bandes de Brewster*.

» Je sais que notre confrère connaît parfaitement ces faits; aussi ma remarque n'est-elle faite ici que pour la généralité des lecteurs, et un peu aussi pour dégager ma responsabilité de *parrain*.

» Je reviens maintenant au spectre de la vapeur d'eau.

» L'Académie se rappelle que j'ai eu l'honneur de lui soumettre les ré-

---

breuses bandes sombres très accusées, qui s'évanouissaient peu à peu, à mesure que l'astre s'élevait. Deux ou trois heures après le lever, il n'en restait plus de traces sensibles.

» C'était, comme on voit, l'observation que M. David Brewster avait faite vingt-neuf ans auparavant, et que je venais de répéter sans la connaître. Aussi cette observation, dont la priorité appartient tout entière à M. David Brewster, n'est-elle rapportée ici que pour montrer comment j'ai été amené à continuer les travaux de l'illustre physicien.

» On se rappelle que les bandes de Sir David Brewster n'étaient pas visibles au méridien. Cette circonstance me parut tenir à l'intensité lumineuse du spectre, trop grand pendant le milieu du jour, surtout dans l'instrument du physicien anglais, lequel ne portait qu'un prisme d'une grande ouverture. Il me parut qu'en employant cet excès de lumière à faire du grossissement, on augmenterait beaucoup les chances de visibilité des raies : c'est ainsi que j'ai été conduit à l'emploi de spectroscopes à plusieurs prismes.

» Je constatai alors que les bandes obscures observées à l'horizon étaient réellement formées d'une multitude de fines lignes, aussi intenses et plus nombreuses que les raies solaires dans les régions où elles se montraient. Ces lignes, suivies avec beaucoup de soin à partir du lever du Soleil, présentaient des intensités constamment décroissantes; à midi, quoique fort pâles pour la plupart, elles étaient encore visibles. A partir de ce moment, leur aspect repassa par les mêmes phases jusqu'au coucher du Soleil. » (*Archives des Missions*, 1868; *Annales de Chimie et de Physique*, 1871.)

sultats obtenus à l'usine de la Villette avec des tubes de vapeur dont le dernier avait 37^{m} de long.

» Dans ce dernier tube, et en employant de la vapeur à 7^{atm}, j'ai vu apparaître très nettement cinq bandes telluriques du spectre solaire [1], parmi lesquelles se trouve ce groupe près de D, et que M. Cornu prend pour sujet de son étude.

» Il s'agissait de résoudre ces bandes en raies fines et de les rapporter au spectre solaire, afin de pouvoir distinguer dans ce spectre les raies d'origine aqueuse.

» Pour atteindre ce but, j'employais la lumière solaire.

» Un faisceau de cette lumière était partagé en deux parties : une partie était dirigée dans le tube de vapeur, et y éprouvait, en conséquence, l'action de cette vapeur; l'autre longeait le tube extérieurement, et n'éprouvait aucune action. Toutes deux étaient amenées dans le même spectroscope et y formaient deux spectres juxtaposés, se correspondant raie pour raie. Dans ces conditions, la comparaison était facile, et le renforcement considérable que les raies d'origine aqueuse éprouvaient par l'action du tube permettait de les distinguer des autres.

» En même temps, on faisait varier la pression dans le tube, afin d'obtenir le phénomène d'absorption à divers degrés d'intensité.

» On comprend en effet que, si l'on donne successivement divers degrés de pression dans le tube de vapeur, on pourra reproduire les effets que produit notre atmosphère pour divers états hygrométriques et pour diverses hauteurs du Soleil; et ces effets trouvent ici une mesure, car ils peuvent être estimés en longueur de colonne de vapeur à une pression connue.

» En faisant ces études, je reconnus bientôt que le tube de 37^{m} était insuffisant pour obtenir une échelle hygrométrique suffisamment étendue. D'un autre côté, des missions dont je fus chargé de 1867 à 1875 m'empê-

---

[1] Voici le passage de la Note à l'Académie où je rendais compte de l'expérience :

« Dans une expérience (3 août 1866), où le tube, bien purgé d'air, était plein de vapeur à la pression de 7^{atm}, le spectre se présenta avec cinq bandes obscures, dont deux bien marquées, réparties de D à A (Fraunhofer) et rappelant le spectre solaire vu dans le même instrument vers le coucher du Soleil.

» D'après les premières comparaisons faites entre le spectre de la vapeur d'eau et celui de la lumière solaire, le groupe *a* (le texte porte A par erreur typographique; cette erreur a été rectifiée, p. 411, même Volume) de Fraunhofer, B (en grande partie au moins), le groupe C, deux entre C et D, sont dus à l'action de la vapeur aqueuse de l'atmosphère. » (*Comptes rendus*, 1866, t. LXIII, p. 293.)

chèrent de les continuer. Je m'occupe de les reprendre en ce moment à Meudon, où nous disposons de la place et des ressources nécessaires.

» Tous ces travaux nous conduiront certainement à de précieuses connaissances sur la distribution de l'élément aqueux dans notre atmosphère. »

MÉMOIRES LUS.

PHYSIQUE. — *Sur les courants produits par les nitrates en fusion ignée, au contact du charbon porté au rouge.* Note de M. **Brard.**

« La propriété remarquable que possèdent les nitrates en fusion, de produire des courants par leur réaction sur le charbon incandescent, avait été signalée pour la première fois, en 1855, par A.-C. Becquerel, qui avait constaté une déviation considérable du galvanomètre en plongeant un charbon de cornue rougi dans un bain de nitrate de potasse fondu. Cette expérience, reprise un peu plus tard par M. Jablochkoff, qui tenta d'en appliquer le principe à une pile nouvelle qu'il appelait *électromotrice*, a été pour moi le point de départ d'études sur les nitrates, dont j'extrais les résultats suivants :

» 1° *Si l'on plonge dans une capsule contenant un bain de nitrate en fusion un charbon quelconque porté au rouge, on obtient un courant énergique allant du bain au charbon dans le circuit extérieur.*

» Cette expérience est celle de Becquerel; toutefois j'ai pu constater qu'elle réussissait également avec tous les charbons, et, de plus, que lorsque l'on se servait, comme le faisait Becquerel, de charbon dur, à combustion lente, charbon de cornue, graphite, plombagine, etc., le courant s'affaiblissait très rapidement, et que cet affaiblissement était dû au dépôt, sur la partie du charbon immergée, d'une croûte très adhérente et très compacte de sels, qui, s'interposant entre le nitrate et le charbon, arrêtait l'action chimique.

» 2° *Les nitrates en fusion deviennent très fluides et acquièrent la propriété des corps gras de mouiller au loin les objets chauffés avec lesquels ils sont en contact.*

» Une goutte de ces sels, versée sur une plaque de fonte chauffée, s'étend rapidement et en couvre bientôt une grande surface; grâce à cette propriété, ce liquide monte le long de ces corps par capillarité jusqu'à $0^m,01$, $0^m,02$ ou même $0^m,03$, selon leur grosseur et le plus ou moins de rugosité de leur surface.

» Une des conséquences de cette propriété est la possibilité de modifier l'expérience fondamentale de Becquerel en ne plongeant pas dans le bain de nitrate le charbon par son bout incandescent. En faisant rougir l'extrémité du crayon opposée à celle qui baigne, on peut, en effet, obtenir encore un courant, pourvu que la baguette de charbon ne soit pas trop longue.

» 3° *Pour obtenir un courant, il n'est pas nécessaire de plonger le charbon dans le bain de nitrate*. Il suffit, en effet, de poser sur des charbons ardents une capsule de métal contenant quelques grammes de nitrate en fusion et de l'y laisser pendant quelques minutes pour qu'un courant se produise, se dirigeant du bain aux charbons dans le circuit extérieur.

» Le courant que l'on constate en intercalant un galvanomètre dans le circuit, dont une extrémité plonge dans le bain et l'autre aboutit à une tige métallique que l'on peut introduire et promener dans les charbons du foyer persiste avec une intensité sensiblement constante, tant que les charbons sur lesquels repose la capsule sont rouges et que celle-ci renferme des traces de nitrate.

» L'explication de ce fait singulier se trouve dans la propriété déjà signalée que possèdent les nitrates, d'imbiber les surfaces chauffées avec lesquelles ils se trouvent en contact.

» On peut constater, en effet, au bout de quelques instants, lorsque l'on fait cette expérience, que la paroi intérieure de la capsule située au-dessus du niveau du liquide se mouille graduellement et que cette imbibition, après avoir gagné le bord supérieur du vase, redescend ensuite sur sa paroi extérieure, qu'elle finit par lubrifier complètement. C'est ainsi qu'une couche mince, continue et à peu près toujours égale de nitrate est mise en contact avec les charbons rouges sur lesquels repose la capsule, et y entretient la réaction chimique sensiblement constante qui engendre elle-même le courant et en assure la régularité. Ce courant, formé au point de contact de la capsule avec les charbons, traverse ensuite le foyer incandescent avec une facilité d'autant plus grande, que sa température est plus élevée, ainsi que je le montrerai dans une prochaine communication, de telle sorte que les charbons rouges remplissent eux-mêmes ici l'office de conducteurs et ferment le circuit sur la tige métallique que l'on y introduit.

» 4° *Enfin, il n'est même pas nécessaire, pour obtenir un courant, de mettre le nitrate en contact avec les charbons d'un foyer*.

» Une capsule en métal, contenant le sel en fusion, suspendue librement au-dessus d'un foyer en combustion, qu'elle ne touche pas par conséquent,

donne encore lieu à un courant allant du bain de nitrate à la surface extérieure de la capsule.

» Ces courants sont plus faibles que les précédents; mais on peut en augmenter l'intensité en enduisant l'extérieur de la capsule d'une couche de plombagine ou de noir de fumée, et en recouvrant le tout d'une toile métallique. J'ai obtenu enfin le maximum d'effet, dans cette série d'expériences, en tapissant la paroi extérieure de la capsule d'une feuille de papier d'amiante, recouverte elle-même de plombagine et ensuite d'une toile métallique à larges mailles. Sous cette forme, la toile métallique devient le pôle négatif de l'élément, et le métal de la capsule, le pôle positif.

» Un couple ainsi constitué et placé sur un bec Bunsen donne, dès que le nitrate entre en fusion, un courant continu de 6 à 7 milliampères, d'une contenance très remarquable. Pour que cette petite pile fonctionne bien, il importe de la placer le plus près possible de la source de chaleur vers la pointe de la flamme du gaz. Or c'est justement en ce point que se rencontre la plus grande proportion de particules charbonneuses incandescentes qui se dégagent de la flamme. Ce sont donc en réalité ces molécules de charbon portées au rouge, qui, rencontrant sur leur passage le nitrate fondu qui imbibe l'amiante, engendrent le courant. Et comme, d'une autre part, avec un bec Bunsen bien réglé, la proportion de ces produits charbonneux ainsi que le degré de température restent sensiblement constants dans un laps de temps déterminé, on se rend ainsi aisément compte de la constance du courant lui-même.

» 5° *Les nitrates entretenus à l'état de fusion sont d'une grande fixité.* — Ces sels, qui fondent vers 200°, ne se décomposent en effet que vers 1000° ou 1200°. Jusqu'à ce point, non seulement ils n'attaquent pas les vases de métal qui les contiennent, mais ils paraissent au contraire jouir de la singulière propriété d'empêcher leur oxydation au feu, ou, tout au moins, de la retarder considérablement. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. le **Ministre de la Marine** soumet au jugement de l'Académie les conclusions d'un Rapport qui lui est adressé par le Conseil des travaux de la Marine, sur le meilleur système de protection à adopter pour mettre les postes d'observation des lignes de torpilles à l'abri de la foudre.

(Commissaires : MM. Fizeau, Dupuy de Lôme, Th. du Moncel.)

CHIMIE AGRICOLE. — *Etudes chimiques sur la betterave à sucre, dite betterave blanche de Silésie.* Note de M. **Hippolyte Leplay.**

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

Des réactions chimiques qui peuvent opérer et par lesquelles on peut représenter la transformation des bicarbonates, de potasse et de chaux contenus dans le sol et absorbés par les radicules, en acides végétaux et en tissus pendant la végétation de la betterave.

» Il a été établi dans les premières Parties de ce travail que les acides végétaux qui se rencontrent dans les différentes parties de la betterave en végétation étaient complètement saturés par les bases potasse et chaux qui ont pénétré par les radicules à l'état de bicarbonates, et ne peuvent provenir que de la transformation organique de l'acide carbonique du sol combiné à ces bases.

» Les tissus eux-mêmes, qui contiennent toujours une certaine quantité de chaux en combinaison organique, que les agents chimiques ne peuvent leur enlever sans les dénaturer, paraissent également dériver directement du bicarbonate de chaux contenu dans le sol et absorbé par les radicules.

» Le sol étant constamment imprégné d'un excès d'acide carbonique ([1]), on peut admettre que l'eau contenue dans le sol, outre les bicarbonates de potasse et de chaux qu'elle tient en dissolution, se trouve en outre saturée d'acide carbonique.

» On peut conclure de là que l'eau contenue dans le sol, qui pénètre dans les betteraves par les radicules, retient en dissolution non seulement des bicarbonates de potasse et de chaux, mais encore de l'acide carbonique libre en excès.

» Ces faits étant bien établis, il devient utile de rechercher par quelles réactions chimiques cette transformation organique peut se produire.

» Il résulte de cette étude que :

» Les acides végétaux combinés aux bases potasse et chaux, répandues dans toutes les parties de la betterave en végétation, paraissent être le résultat de la transformation organique de l'acide carbonique combiné à ces

---

([1]) Boussingault, *Chimie agricole*, 2e édition, p. 125, année 1861.

bases et de l'acide carbonique libre, contenus dans le sol et absorbés par les radicules en dissolution dans l'eau.

» Les formules et les équations suivantes, représentant les bicarbonates et les sels à acides végétaux qui se rencontrent le plus généralement dans les différentes parties de la betterave, peuvent donner l'explication de cette transformation; soit [1] :

» 1° Transformation du bicarbonate de potasse en oxalate de potasse

$$C^2O^4,KO = C^2O^3,KO + O;$$

» 2° Transformation du bicarbonate de potasse, de l'acide carbonique et de l'eau en acétate de potasse

$$C^2O^4,KO + 2(CO^2) + 3(HO) = C^4H^3O^3,KO + O^8;$$

» 3° Transformation du bicarbonate de potasse, de l'acide carbonique et de l'eau en malate de potasse

$$C^2O^4KO + 2(CO^2) + 2(HO) = C^4H^2O^4,KO + O^6;$$

» 4° Transformation du bicarbonate de potasse, de l'acide carbonique et de l'eau en tartrate de potasse

$$C^2O^4,KO + 2(CO^2) + 2(HO) = C^4H^2O^5 + O^5;$$

» 5° Transformation du bicarbonate de potasse, de l'acide carbonique et de l'eau en citrate de potasse

$$C^2O^4, KO + 10(CO^2) + 5(HO) = C^{12}H^5O^{11}, KO + O^{18}.$$

» 6° Les tissus, qui contiennent toujours dans leur composition une certaine quantité de chaux en combinaison organique insoluble, paraissent également formés par le bicarbonate de chaux et l'acide carbonique du sol en dissolution dans l'eau, d'après les formules et l'équation suivantes

$$C^2O^4, CaO + 10(CO^2) + 10(HO) = C^{12}H^{10}O^{10}, CaO + O^{24}.$$

» Les forces mises en jeu dans l'organisation des principes du sol, soit les bicarbonates de potasse, de chaux, l'acide carbonique libre et l'eau,

---

[1] Il n'a pas été tenu compte dans ces formules de l'eau basique contenue dans les bicarbonates et dans les sels à acides végétaux.

absorbés par les radicules en acides végétaux et en tissus, peuvent se résumer ainsi :

» 1° Réduction d'acide carbonique ou élimination d'oxygène ;

» 2° Condensation ou assimilation du carbone;

» 3° Assimilation des éléments de l'eau dans la même proportion que dans l'eau.

» Le tableau suivant représente, par des nombres proportionnels, les forces mises en action dans cette transformation :

Désignation des principes organiques.	Force de réduction sur l'acide carbonique.	Force de condensation ou d'assimilation du carbone.	Force d'assimilation d'eau.
Oxalate neutre de potasse	1	0	
Acétate de potasse..................	8	2	
Malate de potasse	6	2	3
Tartrate de potasse.................	5	2	
Citrate de potasse	18	10	
Tissus à base de chaux.............	24	10	10

» Il résulte des nombres contenus dans ce Tableau que ces forces ne suivent pas la même marche et diffèrent essentiellement entre elles.

» Ainsi la force d'élimination de l'oxygène ou de réduction de l'acide carbonique est très variable; elle est, dans la formation des acides végétaux au minimum, représentée par 1 dans les oxalates et au maximum 18 dans les citrates, et 24 dans les tissus.

» La force de condensation ou d'assimilation du carbone est de 0 dans les oxalates, et de 10 dans les citrates et dans les tissus.

» La force d'assimilation de l'eau ou des éléments de l'eau est également de 0 dans les oxalates, de 5 dans les citrates et de 10 dans les tissus.

» Il est à remarquer que la force d'assimilation du carbone ne procède jamais que par nombres pairs, tandis qu'il n'en est pas de même de l'assimilation de l'eau ou des éléments de l'eau.

» Que devient maintenant l'oxygène qui ne trouve pas d'emploi dans la formation des acides végétaux et des tissus par les bicarbonates de potasse, de chaux, et par l'acide carbonique du sol absorbés par les radicules en dissolution dans l'eau? J'espère, dans un prochain travail, démontrer son utilité et son emploi dans l'organisation des principes azotés contenus dans les différents organes de la betterave en végétation. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de la Guerre** informe l'Académie que MM. *Perrier* et *Hervé Mangon* ont été désignés pour faire partie du Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique, pendant l'année scolaire 1882-1883, au titre de Membres de l'Académie des Sciences.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une brochure intitulée : « Unités et constantes physiques, par M. *J.-D. Everett*, traduit de l'anglais par M. *J. Raynaud* ».

2° Une brochure de M. *J.-L. Soret*, intitulée : « Sur la polarisation rotatoire du quartz ». (Extrait des *Archives des Sciences de la Bibliothèque universelle de Genève*.)

3° Une livraison de l'*Hortus botanicus panormitanus*, publiée, à Palerme, par M. *A. Todaro*.

4° L' « Album de Statistique graphique pour l'année 1881 ».

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations faites pendant l'éclipse totale de Soleil du 17 mai 1882.* Note de M. **P. Tacchini**.

« J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie le résumé de mon Mémoire, qui paraîtra sous peu, sur les observations que j'ai faites à Souhag pendant l'éclipse totale de Soleil du 17 mai 1882.

» 1° Les observations de l'éclipse démontrent, encore une fois, l'avantage qu'on peut tirer de l'emploi du spectroscope pour la détermination des contacts.

» 2° Les quatre protubérances rosées visibles à l'œil nu correspondaient à des régions des protubérances solaires observées avec le spectroscope.

» 3° Les protubérances visibles à l'œil nu s'élevaient à une hauteur environ quatre fois plus grande que les protubérances correspondantes observées au spectroscope; les différences de largeur à la base étaient également très grandes.

» 4° En admettant que la dissymétrie de la couronne, par rapport à l'axe polaire du Soleil, soit en relation constante avec la distribution des protubérances à la surface solaire, si la couronne, dans ces photographies de

Souhag, présente une dissymétrie, le minimum devrait être à 13°,5 des pôles solaires.

» 5° Les observations faites à Rome et à Souhag démontrent un minimum secondaire d'activité solaire pendant le mois de mai 1882.

» 6° Au voisinage de l'époque de l'éclipse, il s'est produit un maximum secondaire des taches solaires et, par conséquent, un minimum dans les phénomènes observables au bord du Soleil : pour cette raison, la couronne devait être plutôt faible.

» 7° Il n'y a pas de relation nette entre les panaches et les protubérances visibles à l'œil nu, non plus qu'avec les protubérances observées au spectroscope.

» 8° Quant aux raies spectrales, peu avant la totalité et peu après le second contact, le résultat a été entièrement négatif pour les raies B*c* et B*a*, qui semblent, par suite, être visibles seulement dans les éruptions métalliques. Au contraire, peu de temps avant la totalité, on a vu les raies 6489, 6491, 6494, 6498 et 6545A. La raie 6545 a été visible seulement avec la fente tangente au bord, tandis que les autres étaient visibles même avec la fente normale. Les raies 6494, 6498 étaient plus hautes que les autres; c'est la raie 6498 qui avait la plus grande hauteur.

» 9° Peu avant la totalité, le spectre solaire était divisé par des zones noires, en correspondance avec les interruptions du dernier filet lumineux du bord solaire.

» 10° Après la disparition de ce phénomène, c'est-à-dire immédiatement après le commencement de l'éclipse totale, la raie 6545A a disparu; mais on a continué à voir le groupe de quatre raies jusqu'à la hauteur d'une minute; elles appartenaient donc à la couronne.

» 11° A la base de la chromosphère, on n'a obtenu aucun indice d'un spectre continu.

» 12° Avec le petit spectroscope appliqué au chercheur, on a observé des traces de la zone coronale jusqu'à $\frac{1}{2}$ rayon du bord lunaire : pas de lignes noires.

» 13° La couronne vue à l'œil nu était bien définie jusqu'à la distance de $\frac{1}{2}$ rayon, ou $\frac{2}{3}$ au plus; elle semblait comme composée d'anneaux concentriques au disque lunaire : à partir de cette limite, on observait une diminution progressive dans l'intensité, jusqu'à la distance de $\frac{2}{3}$ ou d'un diamètre lunaire au plus.

» 14° Du côté de la couronne, à l'ouest, on observa un panache isolé qu'on attribua à une comète dont le noyau supposé correspondait, selon

mon dessin, aux coordonnées suivantes, au milieu de l'éclipse totale, c'est-à-dire à $20^h 31^m 37^s$ du 16 :

$$Æ = 3^h 35^m 16^s, \quad D = + 18^\circ 30' 17''.$$

» 15° Le peu que j'ai pu faire, et bien plus encore les observations de mes amis, MM. Lockyer, Thollon, Trépied, Raynaud et Puiseux, nous apprendront combien on peut encore attendre de résultats utiles de l'observation des éclipses prochaines, au point de vue de la constitution physique du Soleil, surtout si la Photographie est beaucoup plus employée, et d'une manière spéciale pour chacun des problèmes à résoudre. On doit donc une grande reconnaissance aux Gouvernements et aux Sociétés scientifiques qui prennent l'initiative d'expéditions souvent difficiles, pour l'observation des éclipses. La France, nous l'espérons, ne manquera pas de concourir, avec sa générosité accoutumée, à l'observation de l'éclipse totale de Soleil du 6 mai 1883, visible aux îles Marquises, qui lui appartiennent. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles abéliennes dans le cas de la réduction du nombre des périodes.* Note de M. É. **Picard**, présentée par M. Hermite.

« Étant donnée une relation algébrique du genre p,

$$f(x, y) = 0,$$

supposons que, parmi les p intégrales de première espèce correspondantes, il y en ait q

$$\int_{x_0}^{x} \frac{F_1(x, y)\,dx}{f'_y(x, y)}, \quad \int_{x_0}^{x} \frac{F_2(x, y)\,dx}{f'_y(x, y)}, \quad \ldots, \quad \int_{x_0}^{x} \frac{F_q(x, y)\,dx}{f'_y(x, y)}$$

ayant seulement $2q$ périodes distinctes, et cela de telle manière que,

$$\begin{array}{llll} \Omega_{11}, & \Omega_{12}, & \ldots, & \Omega_{1,2q}, \\ \Omega_{21}, & \Omega_{2,2}, & \ldots, & \Omega_{2,2q}, \\ \ldots, & \ldots, & \ldots, & \ldots, \\ \Omega_{q,1}, & \Omega_{q,2}, & \ldots, & \Omega_{q,2q} \end{array}$$

désignant ces $2q$ systèmes de périodes correspondantes, tout autre système

de périodes correspondantes soit de la forme

$$\begin{array}{l} m_1\Omega_{11} + m_2\Omega_{12} + \ldots + m_{2q}\Omega_{1,2q}, \\ m_1\Omega_{21} + m_2\Omega_{22} + \ldots + m_{2q}\Omega_{2,2q}, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ m_1\Omega_{q,1} + m_2\Omega_{q,2} + \ldots + m_{2q}\Omega_{q,2q}, \end{array}$$

où $m_1, m_2, \ldots, m_{2q}$ sont, bien entendu, des nombres entiers.

» Considérons alors le système des équations

$$\begin{array}{l} \int_{x_0}^{x_1} \frac{F_1\,dx}{f'_y} + \int_{x_0}^{x_2} \frac{F_1\,dx}{f'_y} + \ldots + \int_{x_0}^{x_q} \frac{F_1\,dx}{f'_y} = u_1 + h_1, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ \int_{x_0}^{x_1} \frac{F_q\,dx}{f'_y} + \int_{x_0}^{x_2} \frac{F_q\,dx}{f'_y} + \ldots + \int_{x_0}^{x_q} \frac{F_q\,dx}{f'_y} = u_q + h_q, \end{array}$$

où les h sont des constantes.

» On sait que, dans le cas d'un système abélien, c'est-à-dire quand q est égal à p, toute fonction symétrique de $x_1, x_2, \ldots, x_q$ est une fonction uniforme de $u_1, u_2, \ldots, u_q$; il n'en est plus ainsi quand q est moindre que p, mais nous allons montrer que $x_1, x_2, \ldots, x_q$ sont encore racines d'équations algébriques dont les coefficients sont des fonctions uniformes de u_1, $u_2, \ldots, u_q$ avec $2q$ systèmes de périodes; de plus, ces fonctions périodiques peuvent s'exprimer à l'aide des fonctions Θ de q variables indépendantes.

» Pour plus de clarté, considérons d'abord le cas particulier où $q = 2$. Nous avons alors les périodes

$$\begin{array}{l} \Omega_1,\ \Omega_2,\ \Omega_3,\ \Omega_4, \\ \mathcal{E}_1,\ \mathcal{E}_2,\ \mathcal{E}_3,\ \mathcal{E}_4. \end{array}$$

La relation entre les périodes des deux intégrales aura encore la forme

$$\Sigma c_{ik}\Omega_i\mathcal{E}_k = 0 \quad (i, k = 1, 2, 3, 4),$$

où les c sont des entiers, et l'on a

$$c_{ik} = -c_{ki} \quad \text{et} \quad c_{ii} = 0.$$

Mais le déterminant formé par les c

$$\begin{vmatrix} 0 & c_{12} & c_{13} & c_{14} \\ c_{21} & 0 & c_{23} & c_{24} \\ c_{31} & c_{32} & 0 & c_{34} \\ c_{41} & c_{42} & c_{43} & 0 \end{vmatrix}$$

ne sera plus nécessairement égal à l'unité. Soit n^2 sa valeur, qui est un carré parfait, puisque le déterminant est symétrique gauche.

» Effectuons sur les périodes Ω et $\mathcal{E}$ une transformation d'ordre n, c'est-à-dire que nous posons

$$\begin{aligned} \omega_1 &= a_{11}\Omega_1 + a_{12}\Omega_2 + a_{13}\Omega_3 + a_{14}\Omega_4, \\ \omega_2 &= a_{21}\Omega_1 + a_{22}\Omega_2 + a_{23}\Omega_3 + a_{24}\Omega_4, \\ \omega_3 &= a_{31}\Omega_1 + a_{32}\Omega_2 + a_{33}\Omega_3 + a_{34}\Omega_4, \\ \omega_4 &= a_{41}\Omega_1 + a_{42}\Omega_2 + a_{43}\Omega_3 + a_{44}\Omega_4, \end{aligned}$$

où les a sont des entiers dont le déterminant est égal à n. J'établis qu'on peut choisir cette transformation de manière que la relation entre les nouvelles périodes ω et ε se réduise à

$$\omega_1\varepsilon_2 - \omega_2\varepsilon_1 + \omega_3\varepsilon_4 - \omega_4\varepsilon_3 = 0. \tag{1}$$

» Cela posé, envisageons le Tableau suivant des périodes :

$$\left\{ \begin{matrix} \omega_1, & \omega_2, & \omega_3, & \omega_4, \\ \varepsilon_1, & \varepsilon_2, & \varepsilon_3, & \varepsilon_4; \end{matrix} \right. \tag{2}$$

ces quantités satisfaisant, d'après l'équation (1), à la relation qui lie les périodes des intégrales abéliennes du premier genre, nous pourrons former, à l'aide des fonctions Θ, deux fonctions indépendantes de u_1 et u_2, admettant le système de périodes représentées par le tableau (2). Soient

$$F(u_1, u_2) \quad \text{et} \quad \Phi(u_1, u_2)$$

ces deux fonctions. Considérons maintenant les équations

$$\begin{aligned} F_1(u_1+h_1, u_2+h_2) &= F\left(\int_{x_0}^{x_1} du + \int_{x_0}^{x_2} du,\ \int_{x_0}^{x_1} dv + \int_{x_0}^{x_1} dv\right), \\ \Phi(u_1+h_1, u_2+h_2) &= \Phi\left(\int_{x_0}^{x_1} du + \int_{x_0}^{x_2} du,\ \int_{x_0}^{x_1} dv + \int_{x_0}^{x_2} dv\right), \end{aligned}$$

où

$$du = \frac{F_1\,dx}{f'_y} \quad \text{et} \quad dv = \frac{F_2\,dx}{f'_y}.$$

» Pour les valeurs données à x_1 et x_2, les intégrales figurant dans les seconds membres de ces équations auront seulement un nombre limité de valeurs, abstraction faite des multiples des périodes (2). On en conclut de

suite que ces seconds membres sont des fonctions algébriques de x_1 et x_2, et réciproquement x_1 et x_2 seront des fonctions algébriques de F et Φ, comme nous voulions l'établir.

» Les raisonnements qui viennent d'être faits dans le cas où $q = 2$ peuvent être répétés dans le cas général. On démontre que le Tableau des périodes Ω peut, par une transformation de degré convenable n, être remplacé par un système de périodes ω,

$$\begin{array}{llll}
\omega_{11}, & \omega_{12}, & \ldots, & \omega_{1,2q}, \\
\ldots, & \ldots, & \ldots, & \ldots, \\
\omega_{\alpha,1}, & \omega_{\alpha,2}, & \ldots, & \omega_{\alpha,2q}, \\
\ldots, & \ldots, & \ldots, & \ldots, \\
\omega_{\beta,1}, & \omega_{\beta,2}, & \ldots, & \omega_{\beta,2q}, \\
\ldots, & \ldots, & \ldots, & \ldots, \\
\omega_{q,1}, & \omega_{q,2}, & \ldots, & \omega_{q,2q},
\end{array}$$

telles que la relation entre les périodes des intégrales correspondant à deux indices quelconques α et β soit de la forme

$$\begin{aligned}
&\omega_{\alpha,1}\omega_{\beta,2} - \omega_{\alpha,2}\omega_{\beta,1} + \omega_{\alpha,3}\omega_{\beta,4} - \omega_{\alpha,4}\omega_{\beta,3} + \ldots \\
&\quad + \omega_{\alpha 2,q-3}\omega_{\beta,2q-2} - \omega_{\alpha 2,q-3}\omega_{\alpha,2q-2} + (\omega_{\alpha,2q-1}\omega_{\beta,2q} - \omega_{\alpha,2q}\omega_{\beta,2q-1}) = 0.
\end{aligned}$$

» On en conclut que l'on peut, avec les fonctions Θ, former un système de q fonctions indépendantes

$$F_1(u_1, u_2, \ldots, u_q), \quad \ldots, \quad F_q(u_1, u_2, \ldots, u_q),$$

admettant le système des périodes précédentes, et la démonstration se termine comme plus haut. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un théorème de M. Tisserand.* Note de M. **Stieltjes**. Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite.

» Soit

$$\text{(1)} \qquad T = [(x_1 - c_1)^2 + (x_2 - c_2)^2 + (x_3 - c_3)^2 + (x_4 - c_4)^2]^{-1};$$

alors

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x_2^1} + \frac{\partial^2 T}{\partial x_2^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial x_3^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial x_4^2} = 0.$$

» Posons

$$x_1 = r\cos u \cos x,\quad c_1 = a\cos u' \cos x',$$
$$x_2 = r\cos u \sin x,\quad c_2 = a\cos u' \sin x',$$
$$x_3 = r\sin u \cos y,\quad c_3 = a\sin u' \cos y',$$
$$x_4 = r\sin u \sin y,\quad c_4 = a\sin u' \sin y';$$

on aura

$$T = (a^2 - 2ar\cos\varphi + r^2)^{-1},$$

où

$$(2)\qquad \cos\varphi = \cos u \cos u'(x - x') + \sin u \sin u' \cos(y - y'),$$

et, par l'introduction des variables r, u, x, y, l'équation (1) se transforme ainsi

$$(3)\qquad \left\{\begin{aligned} &\frac{\partial}{\partial r}\left(r^3 \sin u \cos u \frac{\partial T}{\partial r}\right) + \frac{\partial}{\partial u}\left(\sin u \cos u \frac{\partial T}{\partial u}\right) \\ &\quad + \frac{\partial}{\partial x}\left(r \operatorname{tang} u \frac{\partial T}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(r \cot u \frac{\partial T}{\partial y}\right) = 0. \end{aligned}\right.$$

» En développant T suivant les puissances ascendantes de r, on a

$$T = \sum_0^{\infty} \frac{r^n}{a^{n+1}} \frac{\sin(n+1)\varphi}{\sin\varphi} = \sum_0^{\infty} \frac{V^{(n)} r^n}{a^{n+1}},$$

et, substituant cette valeur dans (3), on obtient l'équation différentielle suivante pour $V^{(n)} = \frac{\sin(n+1)\varphi}{\sin\varphi}$ considérée comme fonction de u, x, y par la substitution (2)

$$(4)\qquad \frac{\partial^2 V^{(n)}}{du^2} + \frac{1}{\cos^2 u}\frac{\partial^2 V^{(n)}}{dx^2} + \frac{1}{\sin^2 u}\frac{\partial^2 V^{(n)}}{\partial y^2} + 2\cot 2u \frac{\partial V^{(n)}}{\partial u} + n(n+2)V^{(n)} = 0.$$

$V^{(n)}$ est une fonction entière du degré n de $\cos\varphi$, et l'on aura donc

$$(5)\qquad \left\{\begin{aligned} V^{(n)} &= R^{(n)}_{0.0} + 2\Sigma R^{(n)}_{i.0} \cos i(x - x') \\ &\quad + 2\Sigma R^{(n)}_{0.k} \cos k(y - y') + 4\Sigma\Sigma R^{(n)}_{i.k} \cos i(x - x') \cos k(y - y'). \end{aligned}\right.$$

» Il est évident que l'on n'a qu'à considérer les $R^{(n)}_{i.k}$ où $n + i + k$ est pair. Les $R^{(n)}_{i.k}$ sont des fonctions entières de $\cos u \cos u'$ et $\sin u \sin u'$, et l'on voit facilement que $R^{(n)}_{i.k}$ doit contenir le facteur $(\cos u \cos u')^i (\sin u \sin u')^k$.

» Maintenant, à l'aide de (4), on obtient

$$(6)\qquad \frac{d^2 R^{(n)}_{i.k}}{du^2} + 2\cot 2u \frac{dR^{(n)}_{i.k}}{du} + \left[n(n+2) - \frac{i^2}{\cos^2 u} - \frac{k^2}{\sin^2 u}\right] R^{(n)}_{i.k} = 0.$$

» En posant

$$R_{i.k}^{(n)} = \cos u^i \sin u^k S_{i.k}^{(n)},$$
$$t = \sin u^2,$$

l'équation (6) devient

$$t(1-t)\frac{d^2 S_{i,k}^{(n)}}{dt^2} + [\gamma - (\alpha+\beta+1)t]\frac{dS_{i,k}^{(n)}}{dt} - \alpha\beta S_{i,k}^{(n)} = 0,$$

où

$$\alpha = \frac{i+k-n}{2},$$
$$\beta = \frac{i+k+n+2}{2},$$
$$\gamma = k+1.$$

C'est l'équation de la série hypergéométrique; donc

$$S_{ik}^{(n)} = \mathfrak{C}\mathcal{F}(\alpha, \beta, \gamma, \sin u^2),$$

$\mathfrak{C}$ étant indépendant de u. On voit que $S_{i,k}^{(n)}$ est une fonction *entière* de $\sin^2 u$, α étant un nombre entier négatif.

» On en conclut facilement la valeur suivante de $R_{i,k}^{(n)}$:

$$(7)\qquad \left\{ \begin{aligned} R_{i,k}^{(n)} = c_{i,k}^n (\cos u \cos u')^i (\sin u \sin u')^k \mathcal{F}(\alpha, \beta, \gamma, \sin^2 u\,) \\ \times \mathcal{F}(\alpha, \beta, \gamma, \sin^2 u'), \end{aligned} \right.$$

où $c_{i,k}^n$ est une constante numérique.

» J'obtiens la valeur de $c_{i,k}^n$ en posant $u = u'$, $\sin^2 u = t$.

» Si l'on compare alors, dans l'équation (5), les termes avec t^n, on parvient au développement

$$(\cos y - \cos x)^n = \Sigma\Sigma e_{i,k}^n \cos ix \cos iy,$$

qu'il est facile d'obtenir d'une manière directe en exprimant les $e_{i.k}^n$ par des intégrales définies.

» Si l'on pose $u = u' = \frac{1}{2}J$, $x' = 0$, $y' = 0$ dans les équations (5) et (7), on retombe sur la formule spéciale obtenue pour la première fois par M. Tisserand (*Comptes rendus*, t. LXXXVIII et LXXXIX). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Extension du problème de Riemann à des fonctions hypergéométriques de deux variables*. Note de M. **É. Goursat**, présentée par M. Hermite.

Le problème de Riemann relatif aux fonctions hypergéométriques a été étendu à certaines fonctions de deux variables par M. Picard, qui a re-

trouvé ainsi la fonction $F_1(\alpha, \beta, \beta', \gamma, x, y)$ de M. Appell (*Annales de l'École Normale*, 1881). Je me propose de montrer comment les fonctions F_2 et F_3, étudiées aussi par M. Appell, sont susceptibles d'une définition analogue. Voici comment on doit modifier l'énoncé du problème traité par M. Picard. Soit $z = F(x, y)$ une fonction multiforme des deux variables indépendantes x et y jouissant des propriétés suivantes. Entre cinq déterminations de la fonction il existe une relation linéaire et homogène à coefficients constants. Dans le voisinage de toute valeur a de x et b de y, ne coïncidant avec aucun des points $0, 1, \infty$, et telles que l'on n'ait pas $ab = a + b$, chaque branche de la fonction est holomorphe par rapport à x et par rapport à y. Dans le voisinage de $x = 0$, $y = b$, b étant différent de $0, 1, \infty$, on a les quatre déterminations linéairement indépendantes

$$P_1(x, y), \quad P_2(x, y), \quad x^{\alpha'-\gamma+1}P_3(x, y), \quad x^{\beta'-\gamma+1}P_4(x, y),$$

P_1, P_2, P_3, P_4 étant holomorphes par rapport à x et à y pour $x = 0$, $y = b$. Dans le voisinage de $x = 0$, $y = b$, b étant toujours différent de $0, 1, \infty$, on a les quatre déterminations

$$Q_1(x, y), \quad Q_2(x, y), \quad Q_3(x, y), \quad (1-x)^{\gamma-\alpha-\beta}Q_4(x, y),$$

Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 étant holomorphes pour $x = 1$, $y = b$. Enfin, pour $x = \frac{1}{x'} = \infty$ et $y = b$, on a quatre déterminations

$$x'^{\alpha}R_1(x', y), \quad x'^{\alpha}R_2(x', y), \quad x'^{\beta}R_3(x', y), \quad x'^{\beta}R_4(x', y),$$

R_1, R_2, R_3, R_4 étant holomorphes pour $x' = 0$, $y = b$.

» Tout pareillement, si l'on fait varier x dans le voisinage d'une valeur a différente de $0, 1, \infty$, et y dans le voisinage de ces trois points, on a, dans le voisinage de chacun de ces points, quatre déterminations analogues aux précédentes, les divers exposants se déduisant des précédents en permutant α et α', β et β'. Enfin, dans le voisinage de valeurs $x = a$, $y = b$, telles que $ab = a + b$, on a les quatre déterminations linéairement indépendantes

$$S_1(x, y), \quad S_2(x, y), \quad S_3(x, y), \quad (xy - x - y)^{\gamma+1-\alpha-\beta-\alpha'-\beta'}S_4(x, y),$$

S_1, S_2, S_3, S_4 étant holomorphes pour $x = 0$, $y = b$.

» Admettons qu'il existe une fonction z jouissant des propriétés précédentes, et attribuons à y une valeur constante $\frac{c}{c-1}$, c étant différent de 0, $1, \infty$; z devient une fonction de la seule variable x, holomorphe pour toute

valeur de x ne coïncidant avec aucun des points o, 1, c, ∞, et admettant, dans le domaine de chacun de ces points, quatre déterminations dont on connaît la forme. On a respectivement

Pour $x = 0$.......	$P_1(x)$,	$P_2(x)$,	$x^{\alpha'-\gamma+1}P_3(x)$,	$x^{\beta'-\gamma+1}P_4(x)$;
Pour $x = 1$.......	$Q_1(x)$;	$Q_2(x)$,	$Q_3(x)$,	$(1-x)^{\gamma-\alpha-\beta}Q_4(x)$;
Pour $x = c$.......	$R_1(x)$,	$R_2(x)$,	$R_3(x)$,	$(x-c)^{\gamma+1-\alpha-\beta-\alpha'-\beta'}R_4(x)$;
Pour $x = \frac{1}{x'} = \infty$.	$x'^{\alpha}S_1(x')$,	$x'^{\alpha}S_2(x')$,	$x'^{\beta}S_3(x')$,	$x'^{\beta}S_4(x')$,

P_i, R_i, Q_i, S_i désignant en général des fonctions holomorphes dans le voisinage du point correspondant. Il existe effectivement une fonction z remplissant ces conditions, et cette fonction satisfait à une équation linéaire du quatrième ordre, qui est *complètement déterminée*,

$$(1)\quad \left\{\begin{aligned} & x^2(x-1)(x+c)\frac{d^4z}{dx^4} \\ & \quad + [(2\gamma-\alpha'-\beta'+3)(x-1)(x-c)+(\alpha+\beta-\gamma+3)x(x-c) \\ & \qquad\qquad + (\alpha+\beta+\alpha'+\beta'+2-\gamma)x(x-1)]_x\frac{d^3z}{dx^3} \\ & \quad + \{[(\alpha+\beta+3)x-\gamma-1][(\alpha+\beta+3)x+(\alpha'+\beta'-\gamma-1)c] \\ & \qquad + x(x-c)(2\alpha\beta+3\alpha-3\beta+5) \\ & \qquad\qquad + (c-1)(\alpha+1)(\beta+1)x+\alpha'\beta'c\}\frac{d^2z}{dx^2} \\ & \quad + (\alpha+1)(\beta+1)[(2\alpha+2\beta+4)x+(\alpha'+\beta'-\gamma-1)c-\gamma]\frac{dx}{dz} \\ & \quad + \alpha\beta(\alpha+1)(\beta+1)z \end{aligned}\right\} = 0.$$

Je m'appuie, pour former cette équation, sur un théorème qui peut être regardé comme une généralisation d'un des théorèmes fondamentaux de M. Fuchs sur les équations linéaires.

» Toute équation de la forme

$$(x-a)^{m-p}\frac{d^m u}{dx^m} = (x-a)^{m-p-1}Q_1(x)\frac{d^{m-1}u}{dx^{m-1}} + \ldots$$
$$+ (x-a)Q_{m-p-1}(x)\frac{d^{p+1}u}{dx^{p+1}} + Q_{m-p}(x)\frac{d^p u}{dx^p} + \ldots + Q_m(x)u,$$

où $Q_1, Q_2, \ldots, Q_m$ sont des fonctions holomorphes de x dans le domaine du point a, admet une intégrale holomorphe dans ce domaine, la valeur de cette intégrale et de ses $p-1$ premières dérivées pouvant être prises

arbitrairement pour $x = a$, pourvu que l'équation

$$(r-p)\ldots(r-m+1)-(r-p)\ldots(r-m+2)Q_1(a)-\ldots-Q_{m-p}(a)=0$$

n'admette pour racine aucun nombre entier positif supérieur à $p-1$. La démonstration est tout à fait semblable à celle de la proposition analogue dans le cas particulier où $p=1$ (Tannery, *Annales de l'École Normale*, t. IV, 2e série, p. 158 et suiv.)

» Si, de même, on attribue à x une valeur constante, différente de 0, 1, ∞, r devient une fonction de y, vérifiant une équation (2) analogue à l'équation (1). Je remarque maintenant que, si dans cette équation (1) on remplace c par $\frac{y}{y-1}$, on retrouve une équation déjà formée par M. Appell (*Journal de Mathématiques*, 1882, p. 124), et qui est satisfaite par toute intégrale commune aux deux équations linéaires simultanées

$$(3)\qquad \begin{cases} (x-x^2)r+ys+[\gamma-(\alpha+\beta+1)x]p-\alpha\beta z=0, \\ (y-y^2)t+xs+[\gamma-(\alpha'+\beta'+1)x]q-\alpha'\beta' z=0, \end{cases}$$

lorsqu'on y regarde y comme constant. Si, dans ces mêmes équations, on attribue à x une valeur constante, toute intégrale commune vérifiera l'équation (2), analogue en y. Les intégrales communes aux deux équations (3) satisfont, par conséquent, aux conditions du problème. On sait qu'une de ces intégrales est holomorphe pour $x=0$, $y=0$; c'est la série hypergéométrique $F_3(\alpha, \alpha', \beta, \beta', \gamma, x, y)$. Dans le domaine des points $x=\infty$, $y=\infty$, on sait aussi que certaines intégrales s'expriment au moyen de la série F_2.

» Il reste encore à démontrer que l'on a ainsi la solution du problème la plus générale, c'est-à-dire que, si f_1, f_2, f_3, f_4 désignent quatre intégrales linéairement indépendantes des équations (3), toute autre fonction jouissant des mêmes propriétés s'exprime par des formules linéaires et à coefficients constants au moyen de ces quatre déterminations. On pourrait sans doute le démontrer par la méthode employée par M. Picard dans le travail cité plus haut; mais on peut aussi étudier la question par un autre procédé, sur lequel je me propose de revenir. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le développement des fonctions en séries d'autres fonctions.* Note de M. **Hugoniot.**

« I. On sait que toute fonction $\varphi(x)$, dont les valeurs sont données entre les limites -1 et $+1$ de la variable, peut être développée en série à l'aide des polynômes de Legendre, de sorte que l'on a, entre ces limites,

$$\varphi(x) = A_0 + A_1 X_1 + \ldots + A_n X_n + \ldots.$$

» Ces développements jouissent de la propriété suivante, énoncée pour la première fois par M. G. Plarr (*Comptes rendus*, t. XLIV, séance du 11 mai 1857) : *Si on limite la série à ses n premiers termes, on obtient un polynôme de degré n tel que le carré moyen des différences entre la fonction et le polynôme soit, entre les limites* -1 *et* $+1$, *moindre que pour tous les autres polynômes de même degré.*

» M. Plarr a remarqué qu'il existait un théorème analogue pour les développements en séries de sinus et de cosinus des multiples de la variable; d'ailleurs, d'après les renseignements qu'a bien voulu me communiquer M. Bertrand, ce dernier théorème aurait été antérieurement énoncé par Bessel.

» Je vais montrer que ces propriétés s'étendent à une infinité de fonctions dont les polynômes de Legendre ne sont qu'un cas particulier, et que, de plus, on peut calculer par des formules très simples la valeur du carré moyen de la différence entre la fonction et la série limitée à un nombre quelconque de termes.

» II. Soit une fonction $\varphi(x)$ dont les valeurs sont données entre les deux limites α et β de la variable, et qui ne devient pas infinie entre ces limites; on considère $n+1$ fonctions de x, $Z_0, Z_1, Z_2, \ldots, Z_n$ finies entre α et β, et telles que l'on ait

$$(1) \qquad \int_\alpha Z_k Z_{k'}\, dx = 0,$$

toutes les fois que k et k' ont des valeurs différentes, et l'on pose

$$(2) \qquad B_k = \int_\alpha^\beta Z_k^2\, dx.$$

» Considérant alors la différence

$$\varepsilon = \varphi(x) - (A_0 Z_0 + A_1 Z_1 + \ldots + A_n Z_n),$$

on se propose de déterminer les $n+1$ coefficients numériques $A_0, A_1, \ldots, A_n$, de manière qu'entre les limites α et β le carré moyen des différences ε, c'est-à-dire l'intégrale

$$S = \frac{1}{\beta-\alpha}\int_\alpha^\beta \varepsilon^2\,dx$$

ait la moindre valeur possible. Il faut évidemment satisfaire aux $n+1$ conditions

$$\frac{dS}{dA_0}=0,\quad \frac{dS}{dA_1}=0,\quad \ldots,\quad \frac{dS}{dA_n}=0,$$

qui reviennent à

$$\int_\alpha^\beta Z_0\varepsilon\,dx=0,\quad \int_\alpha^\beta Z_1\varepsilon\,dx=0,\quad \ldots,\quad \int_\alpha^\beta Z_n\varepsilon\,dx=0.$$

» En tenant compte des relations (1) et (2), on trouve aisément

$$(3)\qquad A_k = \frac{1}{B_k}\int_\alpha^\beta Z_k\varphi(x)\,dx.$$

» Les coefficients numériques se trouvent ainsi déterminés indépendamment les uns des autres, de sorte que leurs valeurs resteraient les mêmes si, aux $n+1$ fonctions $Z_0, Z_1, \ldots, Z_n$, on en ajoutait d'autres, pourvu toutefois que ces dernières satisfissent aux conditions (1).

» III. Ceci étant établi, on calcule aisément la valeur de S. En effet,

$$(\beta-\alpha)S = \int_\alpha^\beta [\varphi(x) - A_0X_0 - A_1X_1 - \ldots - A_nX_n]^2\,dx.$$

» Développant les calculs et remarquant que, d'après les formules (1), toutes les intégrales provenant des doubles produits s'annulent, à l'exception de celles qui renferment $\varphi(x)$ sous le signe $\int$, on obtient

$$(\beta-\alpha)S = \int_\alpha^\beta [\varphi(x)]^2 - 2\sum_0^n A_k\int_\alpha^\beta Z_k\varphi(x)\,dx + \sum_0^n A_k^2\int_\alpha^\beta Z_k^2\,dx,$$

ou, en tenant compte des formules (2) et (3),

$$(4)\qquad S = \frac{1}{\beta-\alpha}\left\{\int_\alpha^\beta [\varphi(x)]^2\,dx - B_0A_0^2 - B_1A_1^2 - \ldots - B_nA_n^2\right\}.$$

» Le premier terme du second membre représente, entre les limites α et β, le carré moyen des valeurs de la fonction $\varphi(x)$; quant aux termes né-

gatifs, l'un quelconque d'entre eux, tel que $\frac{B_k A_k^2}{\beta - \alpha}$, représente, entre les mêmes limites, le carré moyen du terme $A_k Z_k$, car ce carré moyen a pour valeur

$$\frac{1}{\beta - \alpha} \int_\alpha^\beta A_k^2 Z_k^2 \, dx.$$

» Ainsi S est la différence entre le carré moyen des valeurs de la fonction et la somme des carrés moyens de tous les termes, tels que $A_k Z_k$.

» IV. Les raisonnements qui précèdent sont absolument indépendants de la valeur de n; rien n'empêche de faire croître ce nombre au delà de toute limite; la somme $A_0 Z_0 + A_1 Z_1 + \ldots$ représente alors une série à laquelle les propriétés que l'on vient d'obtenir sont encore applicables. On en conclut d'abord, en remarquant que, dans la formule (4), les quantités $B_0, B_1, \ldots$ sont positives, que le carré moyen de la différence entre la fonction $\varphi(x)$ et la somme des n premiers termes de la série va en diminuant à mesure que l'on augmente le nombre des termes. En second lieu, la valeur de S étant essentiellement positive, il en résulte que la série numérique, à termes positifs, $B_0 A_0^2 + B_1 A_1^2 + B_2 A_2^2 + \ldots$, est toujours convergente, et que sa limite est au plus égale à l'intégrale

$$\int_\alpha^\beta [\varphi(x)]^2 \, dx.$$

» La condition nécessaire et suffisante pour que la série représente, entre α et β, la fonction $\varphi(x)$, c'est que S s'annule à la limite, c'est-à-dire que l'on ait

$$B_0 A_0^2 + B_1 A_1^2 + B_2 A_2^2 + \ldots = \int_\alpha^\beta [\varphi(x)]^2 \, dx. \tag{5}$$

» La série $A_0 Z_0 + A_1 Z_1 + \ldots$ est toujours convergente entre les limites α et β; toutefois, lorsque la condition (5) n'est pas remplie, cette série ne représente pas $\varphi(x)$, mais une autre fonction $\varphi_1(x)$ telle que

$$\int_\alpha^\beta [\varphi_1(x)]^2 \, dx < \int_\alpha^\beta [\varphi(x)]^2 \, dx. \text{ »}$$

PHYSIQUE. — *Sur l'exactitude des mesures faites avec le thermomètre à mercure.* Note de M. **J.-M. Crafts**, présentée par M. Friedel.

« Un thermomètre à gros réservoir indique facilement 0°,002; mais l'exactitude de l'observation est restreinte par de petites perturbations causées par des variations dans la résistance capillaire de la tige, par des changements de pression provenant de changements barométriques, ou qui sont dus à la position du thermomètre, et aussi par des erreurs de calibrage et par la difficulté de faire prendre à un grand thermomètre la température de l'enceinte.

» Laissons de côté ces erreurs, dont la somme ne dépasse pas 0°,02 dans des expériences convenablement disposées, et examinons celles qui sont dues à des mouvements des particules du verre, mouvements lents, qui succèdent à une dilatation par la chaleur et qui entraîneraient des erreurs si l'on ne pouvait pas estimer leur effet. Des physiciens distingués ont comparé le verre à la cire à cacheter : d'après eux il cèderait aux pressions, et celles de l'atmosphère et de l'air laissé dans la tige détermineraient les changements de volume du réservoir d'un thermomètre. D'autres, tout en diminuant le rôle de la pression, ont cité le cas d'une barre en métal, suspendue par ses extrémités, qui se déforme lentement et d'une manière permanente. Ces analogies me paraissent trompeuses; il ne s'agit pas de pressions pareilles à la force énorme qui cause la flexion d'une barre, et l'on doit plutôt comparer le réservoir d'un thermomètre avec un tuyau de plomb, qui supporte pendant de longues années la pression d'une haute colonne d'eau, tandis que la moindre flexion le déforme. Du reste, les expériences de Person, confirmées depuis par les miennes, ont montré qu'on ne pouvait pas attribuer à la pression une influence importante.

» De nombreuses déterminations tendent à prouver qu'on a affaire à des mouvements qui sont très peu sous l'influence de forces extérieures, et que l'on peut prévoir et régler leurs effets, ce qui permet d'augmenter considérablement la précision des mesures thermométriques.

» *Dépression du zéro.* — Person supposait que des thermomètres chauffés longtemps à de hautes températures deviendraient incapables d'une dépression du point zéro; mais cette attente ne s'est pas réalisée : on ne peut pas faire cesser les dépressions qui se produisent quand on chauffe le thermomètre après un long repos; les valeurs de ces dépressions ont été déterminées par plusieurs auteurs, et l'on s'est assuré que des expériences

semblables donnent des chiffres identiques à 0°,01 près, quand on chauffe à 100°, et les erreurs ne dépassent pas 0°,04 pour des températures plus élevées, allant jusqu'à 300°. La seule précaution nécessaire est de suivre une méthode d'observation invariable : celle qui me paraît préférable est de laisser refroidir à l'air le thermomètre après une observation, et d'observer immédiatement le zéro. Quelques observateurs, après une expérience à 100°, plongent le thermomètre dans un bain chauffé à 50°, et ensuite dans des bains froids pour accélérer le refroidissement; on obtient par ce moyen des résultats également constants, mais la position du zéro est d'environ 0°,05 plus basse que dans le premier cas. Si l'on chauffe le thermomètre dans un grand bain contenant une vingtaine de litres, et qu'on laisse refroidir bain et thermomètre ensemble pendant vingt-quatre heures, le zéro est d'environ 0°,15 plus élevé que dans le premier cas. Si l'on prend le point zéro avant l'expérience ou si l'on attend quelque temps avant de l'observer, les positions seront plus élevées, mais elles seront plus constantes si l'on procède méthodiquement.

» *Élévation permanente du zéro.* — Les observations dont il est question plus haut, aussi bien que toutes les mesures à faire avec un thermomètre à mercure, sont singulièrement gênées par l'élévation permanente du zéro, et le changement dans le coefficient de dilatation du verre qui accompagne ce phénomène fausse toutes les mesures. Suivant les circonstances, ce mouvement des particules de verre varie énormément dans son étendue. Ainsi, dans quelques heures à 430° ou dans quelques jours à 355°, on peut faire monter le zéro de 17° ou 26°, tandis que les travaux de M. Libri, et plus tard une publication de M. Meucci, constatent que, pour des thermomètres conservés à Florence depuis plus de deux siècles, la position du zéro n'a pas changé notablement. Un fait est surtout intéressant pour nous, c'est que l'élévation permanente des points fixes, produite à une température élevée, préserve le thermomètre contre l'influence de la chaleur, à cet égard, à des températures inférieures. Des thermomètres chauffés onze jours à 355°, et ensuite constamment soumis, pendant deux ans et demi, à des expériences à toutes les températures jusqu'à 326°, montrèrent de nouveau, dès qu'on les chauffait pendant une demi-heure à 355°, la même position du zéro qu'après le premier échauffement à 355°, à 0°,1 près.

» Les thermomètres qui sont destinés à nos expériences ordinaires de laboratoire doivent être chauffés, avant la graduation et le calibrage, pendant une semaine ou dix jours dans le mercure bouillant : c'est le seul moyen propre à obtenir des instruments qui conservent la valeur du degré

fixée pendant la graduation, et les erreurs sur des thermomètres qui n'ont pas subi ce traitement peuvent s'élever à 4° pour une longueur de 300°.

» Quand le thermomètre est destiné à servir des températures plus basses, il suffit de le chauffer à la plus haute température des expériences pendant un temps très long relativement à la durée des expériences subséquentes. Ainsi, un thermomètre qui indique la température de l'atmosphère et qui est porté de temps à autre à 100° pour fixer la valeur du degré est préparé à cet usage par un échauffement de trois à quatre jours à 100°. S'il doit cependant servir à des expériences prolongées à des températures voisines de 100°, on doit le chauffer pendant trois ou quatre semaines à 100° sur toute la longueur avant la graduation et le calibrage.

» Si l'on examine un thermomètre nouveau pendant ce traitement, on voit changer la valeur d'un degré dans la proportion environ de 1 : 1,0004, et avec la fixité du zéro, vers la fin de l'échauffement, on observe que la valeur du degré est devenue, elle aussi, fixe, et elle reste constante si on laisse le thermomètre à la température ordinaire avant de déterminer de nouveau l'intervalle 100° à zéro ([1]).

» Je suis d'accord avec M. Pernet pour admettre que la valeur du degré ne change pas dans les observations ordinaires, quand il n'y a pas changement notable de la position du zéro, mais un thermomètre neuf ne peut pas subir un grand nombre d'opérations à 100° sans que l'une et l'autre de ses constantes varient. Grâce à l'obligeance de M. Mascart, j'ai pu soumettre à un long échauffement à 100° un thermomètre qui avait été étudié pendant plus de dix ans, et avec cet instrument on n'a vu se produire aucun changement notable dans la position du zéro. Le traitement à 100° ne fait qu'imiter l'effet d'un long usage. On abrège le temps nécessaire au traitement en chauffant pendant un jour, dans l'essence de térébenthine bouillante et ensuite de quatre jours à une semaine à 100°, et un procédé analogue sert pour les températures supérieures.

» On ne doit pas exposer le verre à l'action corrosive de l'eau bouillante, et des appareils en métal d'une construction facile permettent de faire ces opérations sans échappement et sans contact de vapeurs d'eau ni de mercure. »

([1]) Il est à noter qu'il s'agit de comparer des zéros déprimés au maximum et que la dépression n'atteint sa limite à 100° qu'après une heure à une heure et demie. Le temps nécessaire pour achever la dépression diminue avec l'élévation de la température.

PHYSIQUE. — *Conclusions des expériences hydrodynamiques d'imitation des phénomènes d'électricité et de magnétisme* (1). *Réponse à une Note de M.* Ledieu (2); par M. C. **Decharme.**

« Après avoir imité, au moyen de courants liquides ou gazeux, dans de nombreuses expériences, les principaux phénomènes d'électricité statique ou dynamique, d'électromagnétisme et d'induction, d'électrochimie et même de physiologie, je me crois autorisé à conclure de l'analogie des effets à l'analogie des causes, à savoir que les phénomènes électriques ou magnétiques sont assimilables aux phénomènes hydrodynamiques; c'est-à-dire que l'électricité sous forme de courant (d'éther ou de matière pondérable) est analogue à un courant liquide, et, à l'état de tension, est analogue à une certaine quantité de liquide se répandant en jet. On sait, d'ailleurs, que plusieurs lois de l'écoulement de l'électricité conviennent aussi à l'écoulement des liquides.

» Un certain nombre de faits dus à l'électricité paraissent être le résultat d'un *mouvement vibratoire*. Mais la difficulté disparaît quand on considère que le *mouvement ondulatoire* est susceptible, en certains cas, d'engendrer le mouvement vibratoire, comme l'a exposé M. G. Planté dans ses *Recherches sur l'électricité* (t. III, fasc. 2, p. 49).

» Au contraire, nombre de phénomènes électriques ne peuvent s'expliquer en assimilant le courant à un mouvement vibratoire, tandis que toute difficulté se résout en le regardant comme un transport de fluide, comme une ondulation (*voir* Secchi, *l'Unité des forces physiques*, p. 408 et suiv.).

» Les figures équipotentielles de M. Guébhard (3), sur l'écoulement de l'électricité, viennent à l'appui de l'assimilation de l'électricité à un flux, à des ondes.

» D'un autre côté, j'ai assimilé le flux thermique au flux électrique, par la comparaison des courbes dans les deux ordres de phénomènes (4).

» Par les présentes recherches, j'ai montré l'analogie entre le flux hydrodynamique et le flux électrique; il en résulte que les flux thermique et électrique sont assimilables au flux liquide. La théorie des ondes, qui ex-

---

(1) *Comptes rendus*, t. XCIV, p. 440, 527, 643, 722, 1069; t. XCV, p. 340, 387, 697.

(2) *Ibid.*, t. XCV, p. 669-753.

(3) *Comptes rendus*, 13 février et 27 mars 1882.

(4) *Mémoires de la Société académique de Maine-et-Loire* (1876).

plique déjà tous les phénomènes de la lumière, de la chaleur et du son, semble donc être le secret de la nature.

» M. Ledieu, dans de très savantes considérations mathématiques sur la *conception de la nature et de la propagation de l'électricité* ([1]), repousse l'idée de flux et d'ondes; il regarde « comme inutile de se préoccuper des » attractions et répulsions électriques ou magnétiques, ainsi que des effets » d'induction. » Ce ne sont, selon lui, que des épiphénomènes accessoires, et il qualifie de *fausses analogies* nos imitations hydrodynamiques des effets électriques et magnétiques.

» Malgré ma déférence pour l'autorité scientifique de M. Ledieu, je ne puis accepter comme fausses les analogies frappantes que j'ai constatées, par des expériences qui constituent un ensemble démonstratif de la conclusion que j'ai formulée plus haut.

» Je ferai observer que M. Ledieu, tout en repoussant l'idée de flux et d'ondes, a recours aux formules d'Ohm, basées elles-mêmes sur la notion de flux (électrique ou thermique); il s'appuie, d'autre part, sur de nombreuses hypothèses, telles que celles des atmosphères éthérées, entourant les atomes matériels (c'est l'idée d'Ampère); celle du jeu libre d'une certaine quantité d'éther dans les interstices moléculaires; celles de molécules complètes, comme agrégats d'atomes éthérés et pondérables, vibrant, oscillant, etc.; toutes choses impossibles à soumettre au contrôle de l'expérience.

» A ces hypothèses, à ces formules, j'oppose un ensemble d'expériences précises, de résultats concordants, qui me paraissent justifier surabondamment l'analogie que j'avais en vue de constater. »

ÉLECTRICITÉ. — *Déformations électriques du quartz.* Note de MM. **Jacques** et **Pierre Curie**, présentée par M. Desains.

« ..... A chaque manière ([2]) de provoquer par pression le dégagement électrique dans le quartz correspond un phénomène réciproque particulier. Soit un parallélépipède ayant deux faces normales à un axe électrique et deux normales à l'axe optique; lorsqu'il y a entre les deux faces normales à l'axe électrique une différence de potentiel, le quartz se dilate suivant l'axe électrique et se contracte dans la direction normale

([1]) *Comptes rendus,* t. XCV, p. 669-763.
([2]) Voir *Journal de Physique,* 1882, p. 20.

aux axes optique et électrique, ou inversement se contracte suivant la première direction et se dilate suivant la seconde, selon le sens de la tension. La troisième direction ne varie pas. Les sens des phénomènes réciproque et direct sont liés entre eux par une loi de réaction analogue à la loi de Lenz. Chacune des déformations est proportionnelle à la différence de potentiel. Enfin, dans chaque direction, la grandeur de la dilatation est donnée en centimètres, pour une différence de potentiel égale à l'unité absolue C.G.S. électrostatique, par le même nombre que celui qui exprime en valeur absolue la quantité d'électricité dégagée par une pression d'une dyne exercée dans la direction considérée.

» ..... La dilatation suivant l'axe électrique est indépendante des dimensions de la plaque; elle est trop faible pour être constatée directement, mais, pour la mettre en évidence, on peut s'opposer à ce que la déformation se produise, employer de grandes surfaces et utiliser la variation de pression assez considérable qui en résulte. C'est ce que nous avons déjà fait. La méthode est des plus sensibles, mais la connaissance imparfaite ou nulle que l'on a des coefficients d'élasticité ne nous a pas permis de faire des expériences quantitatives. Au contraire, la dilatation normalement à l'axe varie avec les dimensions du parallélépipède; elle est égale à la dilatation suivant l'axe, lorsque le rapport des dimensions actives est égal à 1; en faisant varier ces dimensions, on peut la rendre beaucoup plus grande, elle peut devenir visible et mesurable au microscope, surtout après amplification à l'aide d'un levier.

» L'appareil dont nous nous sommes servis était disposé de la façon suivante : une plaque de quartz, revêtue de deux feuilles d'étain sur les faces normales à l'axe électrique (et très peu épaisse suivant la direction de cet axe), était fixée par l'une des extrémités de sa grande longueur (normale aux deux axes optique et électrique) à un montant solide.

» L'autre extrémité, munie d'une petite pièce rigide, retenait le petit bras d'un levier. Le grand bras portait une petite toile d'araignée que l'on regardait avec un microscope muni d'un micromètre oculaire.

» Les variations de longueur de la plaque de quartz étaient amplifiées une cinquantaine de fois. On produisait la tension électrique en chargeant les deux feuilles d'étain à l'aide d'une machine de Holtz reliée à une batterie de six bouteilles de Leyde. La tension s'établissait ainsi assez lentement et l'on notait le déplacement du levier à l'instant où l'étincelle partait entre deux boules.

» La mesure se compose de deux parties distinctes :

» 1° On détermine expérimentalement, par les procédés que nous avons précédemment publiés, la quantité absolue d'électricité dégagée par la lame revêtue de ses feuilles d'étain et telle qu'elle va être employée dans la seconde partie;

» 2° On mesure, à l'aide de l'appareil ci-dessus décrit, les variations de longueur correspondant à une série de différences de potentiel données par les distances explosives entre des boules de $0^{m},06$ d'après les déterminations de M. Baille.

	Lame 1 (¹).	Lame 2.
Traction nécessaire pour charger une capacité de $0^{m},50$, à la tension d'un Daniell	258^{gr}	48,5
D'où une traction de 1 dyne dégagerait une quantité absolue d'électricité égale à	$7,39.10^{-7}$	$39,3.10^{-7}$
D'où dilatation calculée en centimètres pour l'unité de différence de potentiel	$7,39.10^{-7}$	$39,3.10^{-7}$
D'où dilatation calculée en millimètres pour une différence de potentiel égale à 14,8, correspondant à étincelle de 1^{mm} dans l'air, entre boules de $0^{m},06$	»	$0^{mm},00058$
D'où dilatation calculée en millimètres pour une différence potentiel de 65,2 (étincelle de 6^{mm})	$0^{mm},00048$	»
Déplacement de l'extrémité du levier exprimé en divisions du micromètre, pour tension correspondant à 1^{mm} d'étincelle	»	6,7
Déplacement pour tension correspondant à 6^{mm} d'étincelle	5,0	»
Valeurs de ces déplacements en millimètres	$0^{mm},0206$	$0^{mm},0276$
Rapports des bras de levier	40,8	46,5
D'où dilatation mesurée	$0^{mm},00050$	$0^{mm},00061$

» Les dilatations mesurées étant de $0^{mm},00050$ et de $0^{mm},00061$, les dilatations calculées par les quantités d'électricité dégagées sont $0^{mm},00048$ et $0^{mm},00058$. Ces résultats doivent être considérés comme satisfaisants. Sans même considérer les facteurs nombreux entrant en cause, les différences s'expliquent simplement par l'erreur de lecture dans la mesure des dilatations électriques. Ces déterminations sont donc des vérifications non seulement qualitatives, mais aussi numériques des conséquences auxquelles les principes de la conservation de l'énergie et de la conservation de l'électri-

(¹) Les épaisseurs des lames étaient $2^{mm},4$ et $0^{mm},65$; les longueurs de l'étain environ $27^{mm},8$ et 40^{mm}.

cité ont conduit M. Lippmann. La proportionnalité de la dilatation à la différence de potentiel se vérifie également bien; toutefois nos expériences n'ont pu être faites que sur des échelles de tension très limitées. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur l'électrisation de l'air*. Note de M. **Mascart.**

« Dans une des séances de la Commission internationale des unités électriques, réunie dernièrement à Paris, Sir W. Thomson a signalé l'intérêt qu'il y aurait pour la Science à observer d'une manière continue l'électrisation propre des couches inférieures de l'atmosphère, en déterminant le potentiel dans un volume limité de gaz emprunté à l'air ambiant et soustrait à l'action des masses électriques étrangères.

» J'ai essayé de voir, par expérience, comment une masse d'air ainsi isolée conserve son électrisation, afin de définir les conditions dans lesquelles il conviendrait de se placer pour une observation continue.

» L'air de l'amphithéâtre du Collège de France, qui représente en gros un cube de 9^m à 10^m de côté, était électrisé en y déchargeant une bouteille de Leyde pendant dix secondes par une flamme conductrice. Un électromètre, situé dans la salle, était en communication avec une flamme réceptrice placée à 8^m environ du point où avait lieu la décharge et à $1^m,50$ du sol. Aussitôt la décharge commencée, l'électromètre est affecté; la déviation éprouve d'abord une série d'oscillations de grande amplitude, puis elle augmente d'une manière plus régulière, atteint un maximum au bout de dix à quinze minutes et diminue ensuite très lentement.

» Les grandes oscillations du début ont paru tenir à une action directe des couches d'air électrisées sur les fils conducteurs de l'électromètre qui en étaient trop rapprochés. Pour éliminer cette cause d'erreur, l'électromètre a été placé dans une salle voisine, la communication avec la flamme réceptrice étant établie par un fil qui traversait la cloison. Dans ce cas, les effets sont plus réguliers; la déviation maximum a été atteinte encore en un quart d'heure environ, puis elle a diminué lentement suivant une loi que la forme de la courbe indique nettement être une exponentielle, comme pour le rayonnement calorifique. Au bout de deux heures, le potentiel était encore le $\frac{1}{20}$ de sa valeur maximum. Toutefois, il se manifeste encore, surtout dans les premières minutes, une série d'oscillations de faible amplitude, et ces oscillations s'exagèrent dès que l'on ouvre une porte, même pendant un temps très court, ou qu'un observateur traverse la salle à plusieurs mètres de la flamme réceptrice.

» Ces phénomènes s'expliquent naturellement, si l'on admet que l'électrisation reste adhérente aux couches d'air qui ont été directement en contact avec la flamme pendant la décharge. Les gaz électrisés montent en vertu de leur température élevée, puis se meuvent et se disséminent à la manière des fumées, jusqu'à ce qu'ils soient distribués uniformément dans l'atmosphère de la salle; la déviation de l'électromètre est alors voisine de son maximum. Quant à la disparition de l'électricité, elle a lieu soit par les échanges avec l'air extérieur, soit par la flamme réceptrice elle-même, qui neutralise d'une manière continue l'électricité ambiante, soit par le contact de l'air avec les parois de la salle.

» La déperdition doit être diminuée quand on supprime les mouvements de gaz dus à la présence des flammes; c'est ce que montre l'expérience lorsque la décharge de la bouteille a lieu par une pointe aiguë et que la flamme réceptrice est remplacée par un écoulement d'eau. L'aiguille de l'électromètre est encore déviée aussitôt après le commencement de la décharge, mais elle reste ensuite quelque temps stationnaire, atteint la déviation maximum un peu plus tard, et le retour au zéro se fait plus lentement. Au bout d'une heure, la perte n'était encore que des deux tiers; elle serait sans doute beaucoup plus lente dans un air absolument calme. On en a d'ailleurs une preuve indirecte par l'étude de l'air enfermé dans une salle n'ayant de communication avec l'extérieur que par les fuites habituelles des portes et des fenêtres; on y trouve presque toujours de l'électricité, de même signe que celle de l'air extérieur, car il suffit d'ouvrir une fenêtre pour exagérer beaucoup les indications de l'instrument.

» L'électrisation produite par une bouteille de Leyde est toujours assez faible, mais il est facile d'obtenir des effets beaucoup plus énergiques. En déchargeant par une flamme l'électricité fournie par une machine de Holtz pendant une minute, l'air était tellement électrisé que le potentiel vers le milieu de la salle au moment du maximum dépassait 2000 volts; on peut en déduire la densité moyenne de l'électricité dans l'air, en supposant la distribution homogène.

» Il résulte de ces expériences que, pour étudier les couches inférieures de l'atmosphère, il suffit de déterminer le potentiel dans une salle de quelques mètres dont les parois seraient formées par un grillage métallique à larges mailles, en communication avec le sol, afin d'éliminer l'action des masses électriques extérieures; les échanges de gaz avec l'atmosphère, quelque faible que soit le vent, suffiront pour compenser la perte produite par les parois et par l'appareil collecteur (flamme ou écoulement d'eau),

et pour donner à l'électromètre un potentiel constamment proportionnel à l'électrisation propre de l'air ambiant.

» Ce potentiel sera tout différent (le plus souvent de signe contraire) de celui qu'on obtient par les méthodes habituelles. Si l'électricité joue un rôle important dans les phénomènes naturels, il est à présumer que l'électrisation propre de l'air est particulièrement efficace; la suggestion de Sir W. Thomson mérite donc toute l'attention des observateurs. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la nitrification atmosphérique.* Note de MM. **A. Muntz** et **E. Aubin.**

« L'atmosphère terrestre est le siège de phénomènes électriques d'une grande intensité. Les uns se manifestent par des décharges brusques; les autres, moins apparents, doivent leur importance à la continuité de leur action. C'est dans les régions intertropicales que l'électricité atmosphérique se montre avec le plus d'énergie et presque sans interruption, comme nous l'ont appris les observations de M. Boussingault.

» Sous l'influence de cette force, l'azote libre se combine à l'oxygène pour former les acides nitriques et nitreux, à l'hydrogène de la vapeur d'eau pour former de l'ammoniaque; mais cette dernière production est beaucoup moins importante que la première. Le fait constaté dans la célèbre expérience de Cavendish se répète à l'infini sur toute la surface du globe. De plus, M. Berthelot a montré que l'azote libre se combine directement aux matières carbonées sous l'influence de tensions électriques très faibles.

» Dans l'état actuel de nos connaissances, l'azote qui entre en combinaison, par l'action des forces électriques dont l'atmosphère est le siège, doit être considéré comme la principale, sinon la seule source première des substances azotées qui existent sur notre planète.

» Les acides nitrique et nitreux, produits dans l'air, y rencontrent de l'ammoniaque, et c'est à l'état de sels ammoniacaux flottant dans l'air, sous la forme de poussières d'une extrême ténuité, que les eaux météoriques, qui les amènent au sol, les trouvent sur leur passage. M. Barral, M. Bence Jones, M. Boussingault ont montré que toutes les pluies, à de très rares exceptions près, contiennent des nitrates. Les chiffres donnés par M. Boussingault sont compris entre des limites très écartées; mais la moyenne n'est pas très inférieure à $0^{mgr},5$ par litre d'eau.

» Pendant un séjour d'un mois au sommet du Pic du Midi, nous avons

examiné les eaux météoriques au point de vue de leur teneur en acide nitrique. Nous avons employé, pour cette recherche, la méthode de M. Boussingault, basée sur la décoloration de l'indigo et, conjointement, comme vérification, le procédé de M. Schlœsing, qui consiste à transformer les nitrates en bioxyde d'azote. Nous avons opéré généralement sur des quantités d'eau considérables, soit environ 10^{lit}, et notre udomètre offrait une surface assez grande pour donner l'eau suffisante dans un temps très court, excluant l'idée d'une réduction des nitrates ([1]). Dans toutes nos observations, comprenant six pluies, trois brouillards et quatre neiges, nous avons constaté une absence à peu près complète de nitrates; ce n'est que dans deux cas que les nitrates nous sont apparus à l'état de traces, soit en quantité inférieure à $0^{mgr},1$ pour 10^{lit}. En introduisant dans ces eaux pluviales des quantités connues de nitrates, on les retrouvait dans les dosages effectués par les procédés que nous avons employés.

» Cette absence constante de nitrates, dans les eaux météoriques recueillies à une altitude de près de 3000^{m}, a appelé notre attention sur les faits qui président à la nitrification de l'atmosphère. Nous avons relevé, dans les registres d'observations que M. le général de Nansouty a bien voulu mettre à notre disposition, 184 orages observés au Pic du Midi depuis le commencement du mois d'août 1873 jusqu'à la fin du mois d'août 1882, avec une interruption de septembre 1873 à juin 1874. La hauteur des orages a été obtenue en prenant, comme points de repère, les sommets des pics voisins, dont l'élévation est connue. Sur ces 184 orages, 23 seulement s'étaient produits à une altitude supérieure à 2300^{m} (station primitive de Plantade). Le sommet du Pic était, dans ce dernier cas, enveloppé de nuages d'où sortaient les décharges électriques. Aucune observation ne signale des orages se produisant à une certaine hauteur au-dessus du sommet du Pic. On est ainsi conduit à admettre que, dans la région pyrénéenne, les phénomènes électriques violents qui se traduisent par des orages, ne dépassent pas une altitude de 3000^{m} et que, comme conséquence, la formation des nitrates sous l'influence de l'électricité est inférieure à cette limite.

» S'il est permis de généraliser ces observations, encore isolées, mais

([1]) Il convient d'ajouter que l'évaporation de l'eau a été faite dans des vases ne permettant pas l'accès de l'air ambiant. Schœnbein avait montré, il y a longtemps déjà, que l'eau pure, évaporée à feu nu avec un alcali, contenait des nitrates. M. Warington, qui a étudié ce phénomène à Rothamsted, a montré que ce nitrate était dû aux produits de la combustion du foyer. Nous avons eu l'occasion de vérifier l'exactitude de l'observation de Schœnbein et de l'interprétation donnée par M. Warington.

tout à fait concordantes, on peut dire que la nitrification atmosphérique se produit dans les régions inférieures de l'atmosphère, dans la zone comprise entre le niveau du sol et des mers et la hauteur moyenne des nuages, dans cette zone qui est le siège des orages. Le nitrate d'ammoniaque qui s'y produit chemine à l'état de poussière, sans s'élever à une grande hauteur, non plus que les poussières organisées que M. Pasteur a trouvées concentrées dans les parties basses de l'atmosphère et qui peuvent lui être comparées par leur ténuité extrême.

» Ces observations, qui définissent le siège de la nitrification atmosphérique, montrent que, conformément à l'opinion de M. Boussingault, le nitrate d'ammoniaque n'est pas à l'état de tension dans l'air; car, s'il était à cet état, il se diffuserait dans les couches atmosphériques d'une façon uniforme, comme le font, d'après nos expériences, l'acide carbonique et l'ammoniaque.

» Cette absence de poussières de nitrate contribue certainement à la remarquable transparence de l'air des hautes régions et montre que les végétaux des montagnes élevées, et le terreau qu'ils ont formé, n'ont pu emprunter qu'à l'ammoniaque de l'air les matières azotées qu'ils renferment. »

CHIMIE. — *Sur la décomposition des phosphates à haute température par le sulfate de potasse.* Note de M. **Henry Grandeau.**

« Le phosphate d'alumine, chauffé à une très haute température avec un excès de sulfate alcalin, donne un phosphate alcalin et de l'alumine cristallisée. Cette réaction, qui est due à M. Debray [1], a été proposée, pour doser l'acide phosphorique, par M. P. Derôme [2]. Dans quelles conditions l'acide phosphorique et l'alumine se séparent-ils en présence du sulfate de potasse?

» Pour le rechercher, j'ai chauffé pendant plusieurs heures, au moyen de charbon de cornue, un mélange de phosphate d'alumine et de sulfate de potasse dans un creuset de platine. J'ai constaté ainsi que la décomposition du phosphate d'alumine, à une température déjà fort élevée, donne naissance non seulement à de l'alumine cristallisée, mais aussi à un phosphate double d'alumine et de potasse, également cristallisé et de composition définie. Plus on élève la température et plus la proportion d'alu-

(1) Voir *Bulletin de la Société chimique*, t. III, p. 251.

(2) Voir *Comptes rendus*, t. LXXXIX.

mine cristallisée obtenue est considérable. Mais il est très difficile, quand on opère sur des poids un peu notables, d'arriver, même avec les moyens de chauffage les plus énergiques, à la décomposition complète du phosphate double : en d'autres termes, on n'obtiendra pas, dans la plupart des cas, toute l'alumine à l'état cristallisé, mais bien le mélange des deux produits.

» Il m'a paru intéressant de répéter l'expérience avec les phosphates des différents oxydes, pour voir comment ils se comportent dans les mêmes conditions. Je me suis occupé tout d'abord des oxydes intermédiaires peu connus, comme la glucine, les oxydes de cérium, de didyme, etc. Le résultat de l'opération a été le même que pour l'alumine. C'est ainsi que j'ai obtenu la glucine et le phosphate double de glucine et de potasse, substances cristallisées et présentant un très bel aspect.

» Si l'on passe maintenant aux protoxydes, il faut distinguer deux cas : avec les uns (chaux, magnésie, etc.), le traitement du phosphate par le sulfate alcalin en excès n'a jamais donné l'oxyde à quelque température qu'on ait opéré; c'est toujours et uniquement le phosphate double qui s'est produit dans les circonstances où je me suis placé. Avec d'autres, au contraire (nickel, cobalt, etc.), on observe exactement la même chose que pour l'alumine : les oxydes de nickel et de cobalt cristallisés ont été obtenus en même temps que les phosphates doubles correspondants.

» Enfin, appliquée à des phosphates dont la décomposition peut donner naissance à des oxydes acides, cette réaction présente une particularité intéressante. Ainsi, avec le phosphate de chrome, le produit final de l'opération est du chromate de potasse; avec le phosphate d'urane, on a de l'uranate de potasse cristallisé en magnifiques paillettes jaune verdâtre.

» Je me propose de poursuivre le travail dont je viens de donner quelques résultats généraux et j'étudierai avec soin les conditions qui peuvent influer sur la nature des produits obtenus [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Point de solidification de divers mélanges de naphtaline et d'acide stéarique.* Note de M. **H. Courtonne.**

« On sait, d'après les expériences de Heintz et de Gottlieb, que le mélange de deux ou plusieurs acides gras, tels que les acides stéarique, palmitique, margarique, laurique, myristique, etc., fond plus tôt que la

(1) Ces recherches ont été faites au laboratoire de l'École Normale supérieure.

moyenne, et même, quand le mélange a été fait dans certaines proportions, plus tôt que le plus fusible des acides composants.

» Ce résultat, analogue à celui que fournissent la plupart des alliages, la classe si nombreuse des silicates multiples, et certains sels doubles de même famille, comme le carbonate, l'acétate (Schaffgotsch), l'azotate de potasse et de soude (Person), peut être obtenu également par le mélange de deux corps doués de fonctions chimiques bien différentes : l'acide stéarique et la naphtaline. L'expérience a été faite avec un acide stéarique commercial.

» Bien que, pour cette raison, les chiffres du Tableau suivant ne soient que relatifs, ils m'ont paru pourtant intéressants à noter. Si l'on admet, en effet, l'existence d'une combinaison entre la naphtaline (40 parties) et l'acide stéarique (100 parties) fusible à 47° (1), un simple calcul conduit, pour le point de solidification des premiers mélanges, aux chiffres de la quatrième colonne, très rapprochés des chiffres trouvés (2).

Acides		Point de solidification	
stéarique.	naphtaline.	trouvé.	calculé.
100,00	0,00	56,00	»
»	7,50	53,50	53,80
»	15,00	51,50	51,90
»	22,50	50,00	50,20
»	40,00	47,00	»
»	45,00	47,50	48,00
»	50,00	47,60	»
»	»	»	»
»	79,00	55,60	»
»	90,00	58,50	»
»	135,00	66,00	»
»	270,00	73,00	«
»	»	»	»
0,00	100,00	79,00	»

» Les quatre derniers mélanges n'ont pas un point de solidification fixe; les stries qui se forment dans le mélange refondu indiquent bien, d'ailleurs, qu'il y a eu séparation pendant le refroidissement.

---

(1) Ces poids n'ont pas été pris arbitrairement : ce sont ceux qui se rapprochent le plus du rapport des poids équivalents.

(2) Pour plus d'exactitude, on a déterminé, non pas le point de fusion, mais le point de solidification, d'après les indications de M. Dalican.

» Quelle réaction se produit entre ces deux composés : acide stéarique et naphtaline? Peut-on dire, en étudiant le sens que l'on attache le plus ordinairement à ce mot, qu'une véritable combinaison se forme, analogue, par exemple, à celle qui résulte de l'action de l'acide stéarique sur le glucose ou mieux sans doute du binitrophénol et du trinitrophénol (acide picrique) sur la naphtaline? Si cette combinaison existe, quelles sont ses propriétés caractéristiques? Telles sont les questions dont je poursuis en ce moment la solution. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur l'œnocyanine.* Note de M. **É.-J. Maumené.**

« La matière colorante des raisins noirs et des vins rouges, à laquelle j'ai donné le nom d'*œnocyanine*, est incolore dans les raisins, pendant huit à douze jours avant sa formation complète. On peut le constater par la très curieuse expérience dont j'ai plusieurs fois observé les résultats. On cueille du raisin, encore parfaitement vert, sur des ceps où la maturité s'annonce par la coloration rougeâtre de quelques grappes. Ce raisin vert, placé dans un vide de $0^m,001$ ou $0^m,002$ au plus, au-dessus d'une quantité suffisante d'acide sulfurique très concentré, se dessèche en trois ou quatre jours, au point d'offrir ses grains durs et cassants, semblables aux grains en verre soufflé des bouquets artificiels. Malgré leur état de sécheresse presque absolue, ces grains, dont la nuance est très peu changée, devenue à peine jaunâtre, absorbent promptement l'oxygène et l'humidité atmosphérique, en quelques minutes après l'introduction de l'air sous la cloche et leur sortie. L'absorption est accompagnée du noircissement des grains à vue d'œil, et jusqu'à l'intensité de nuance observée plus tard sur les grains frais, restés sur le cep et parvenus à leur pleine maturité.

» L'œnocyanine est donc incolore à l'origine et devient d'un bleu noir, comme presque toutes les autres couleurs végétales, par une simple oxydation et hydratation peut-être, ce qui prouve, soit dit en passant, que le fer est étranger à la coloration. Le temps ne m'a pas encore permis de séparer la substance primitive incolore et de l'analyser : j'espère pouvoir le faire l'année prochaine. »

CHIMIE. — *Sur la cause du dégagement de l'oxygène de l'eau oxygénée par la fibrine; influence de l'acide cyanhydrique tarissant l'activité de la fibrine.* Note de M. A. **Béchamp**.

« I. La fibrine récemment extraite du sang, bien pure, privée de toute trace de matière colorante rouge : 1° dégage l'oxygène de l'eau oxygénée; 2° fluidifie l'empois de fécule et transforme la matière amylacée en fécule soluble; 3° les microzymas de la fibrine évoluent en bactéridies dans l'empois, même phéniqué. Ces propriétés, la fibrine les doit à ses microzymas, qui, isolés, se comportent de même. La fluidification de l'empois s'explique par la zymase que sécrètent ces microzymas, et ceux-ci donnent les bactéries. Mais à quelle cause peut-on attribuer la décomposition du bioxyde d'hydrogène?

» Thenard a cru que la fibrine décomposait l'eau oxygénée en vertu de la même force que l'argent, le platine, etc. Il a bien constaté qu'elle n'absorbait pas d'oxygène et ne formait point d'acide carbonique; mais, dans les conditions où il a expérimenté, l'illustre chimiste a dû croire qu'elle ne perdait rien et ne subissait aucune modification.

» J'ai fait voir que la matière colorante rouge du sang et l'hématosine dégagent beaucoup d'oxygène de l'eau oxygénée, mais que le phénomène est corrélatif d'une oxydation et d'une transformation profonde de ces corps.

» Mais, si Thenard n'a pas constaté d'absorption d'oxygène par la fibrine, cela tient peut-être à ce qu'elle n'est pas mesurable; et, s'il a cru que la fibrine ne perdait rien, c'est sans doute pour le même motif. Je n'ai pas cherché à démontrer l'absorption de l'oxygène, mais ce qu'elle perd et les changements qui surviennent en elle quand elle a presque épuisé son activité décomposante. Voici l'expérience :

» 30^{gr} de fibrine ont successivement été traités, trois fois de suite, par 60^{cc} d'eau oxygénée (à $10^{cc},5$ d'oxygène par centimètre cube), bien exactement privée d'acide sulfurique et de tout acide libre. Dans le premier traitement, le dégagement d'oxygène a été assez rapide; il a été plus lent, mais complet dans le second; le troisième traitement a duré vingt-quatre heures; il ne se dégageait plus de gaz, du moins, d'une manière sensible; on a mis fin à l'opération après avoir constaté que la liqueur dégageait encore du gaz par le bioxyde de manganèse, sans en déterminer la quantité; voulant utiliser la solution. En somme, dans l'espace de quarante-

huit heures, 30gr de fibrine ont dégagé environ 1600cc d'oxygène des 180cc d'eau oxygénée employée.

» Les liqueurs séparées successivement de la fibrine, celle-ci étant comprimée pour l'essorer, ont été évaporées au bain-marie; le résidu, séché à 100°, a été pesé.

	gr
Résidu de l'évaporation	0,20
Matières minérales, après incinération.....	0,04
Matière organique..............	0,16

» La fibrine perd donc quelque chose; c'est peu. Mais ce peu que la fibrine a perdu est accompagné de changements profonds, survenus dans ses deux autres propriétés; ainsi : 1° elle ne décompose plus l'eau oxygénée; 2° elle ne fluidifie plus l'empois; après huit jours, à l'étuve, l'empois était resté aussi consistant qu'au début, tandis que, dans les mêmes conditions, la fibrine de la même masse, avant le traitement par l'eau oxygénée, opérait la fluidification dans six heures; 3° elle ne donne plus de bactéries!

» II. Liebig, dans un Mémoire destiné à soutenir ses idées sur la fermentation, s'exprime comme il suit : « Laisse-t-on la fibrine du sang s'humecter pendant une heure de quelques gouttes d'acide prussique étendu, » on voit que son action sur l'eau oxygénée est aussitôt arrêtée. » (*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXIII, p. 210.)

» Le fait est vrai; il n'est pas même nécessaire de laisser infuser préalablement la fibrine dans l'acide cyanhydrique; si l'on ajoute une goutte d'acide cyanhydrique dans l'eau oxygénée dans laquelle on a mis de la fibrine, l'action commencée s'arrête aussitôt, si la masse est d'environ 10cc, eau oxygénée et fibrine. J'ai pensé que ce n'est pas par une action exercée sur la fibrine que le dégagement d'oxygène cesse, mais par une action de l'eau oxygénée sur l'acide cyanhydrique : en effet, au bout de quelque temps, si la quantité de bioxyde d'hydrogène est suffisante, le dégagement d'oxygène reprend.

» La fibrine étant une fausse membrane à microzymas, on aurait pu supposer que c'est par une action physiologique que l'acide cyanhydrique supprime son action sur l'eau oxygénée : il est évident qu'il n'en est rien. D'ailleurs, la fibrine qui a subi l'action de l'acide cyanhydrique, lavée ensuite, fluidifie l'empois et donne des bactéries, comme auparavant.

» Je démontrerai, dans un prochain travail, que l'acide cyanhydrique est oxydé par l'eau oxygénée. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur la signification des cellules polaires des Insectes.* Note de M. BALBIANI.

« Il n'est presque plus personne qui admette l'homologie des cellules polaires des insectes avec les corps désignés sous le même nom ou plus souvent sous celui de *vésicules de direction* chez les animaux des autres classes, particulièrement les Mollusques et les Vers. Malgré leur ressemblance extrême, on sait qu'il existe une différence capitale entre ces deux sortes d'éléments, les vésicules de direction disparaissant sans prendre aucune part à la formation de l'embryon, tandis que les cellules polaires persistent et pénètrent dans l'œuf en voie de développement. Mais les auteurs ne sont pas d'accord sur le rôle que jouent ces éléments dans les phénomènes organogéniques. Les premiers observateurs, M. Robin (1862) et Weismann (1863), avaient supposé qu'ils pénétraient dans le blastoderme pour se confondre avec les cellules de cette membrane, mais ils n'avaient pas pu reconnaître ce qu'ils deviennent dans la suite de l'évolution. Alex. Brandt, en 1878, n'a pas été plus heureux que ses devanciers. Metschnikoff, étudiant en 1866 le développement des larves vivipares des Cécidomyies (*Miastor*), fut conduit à voir dans les cellules polaires les rudiments de l'organe dans lequel prend naissance la progéniture vivante par laquelle ces Diptères se multiplient pendant une grande partie de leur existence. Mais cette observation de l'embryologiste russe est restée complètement isolée, et d'ailleurs l'étrangeté des phénomènes de reproduction chez le *Miastor* n'autorisait pas à étendre ses conclusions aux autres animaux de la même classe. Il est resté par conséquent beaucoup d'obscurité sur la signification des cellules polaires, et le dernier auteur qui se soit occupé de cette question, Weismann, a pu dire, dans un travail récent (1882), qu'il n'y a pas lieu de modifier le nom sous lequel ces corps sont connus tant que le rôle qu'ils jouent dans la constitution de l'embryon n'aura pas été mis au-dessus de toute incertitude.

» Sur un Insecte se reproduisant par la voie normale d'œufs fécondés et pondus, le *Chironomus*, j'ai réussi à suivre les transformations des cellules polaires dans toute la série des phases du développement embryonnaire, depuis le moment de leur première apparition jusqu'à l'éclosion, et j'ai pu arriver ainsi à déterminer la signification précise de ces éléments. Je ne décrirai pas la manière dont ceux-ci se forment chez le *Chironomus*, ces faits ayant été exposés en détail par MM. Robin et Weismann, mais je ne

suis pas d'accord avec ces observateurs sur le nombre des cellules polaires qu'on rencontre chez ces Insectes lorsque ces corps sont définitivement constitués. Weismann porte leur nombre à douze, et, d'après M. Robin, il peut même s'élever jusqu'à seize ou vingt par les divisions successives des cellules polaires primitivement formées. Je n'en ai jamais trouvé, pour ma part, que huit chez les deux espèces au moins de *Chironomus* que j'ai observées.

» Le groupe formé par les huit cellules polaires est encore parfaitement isolé et visible, au début de la formation du blastoderme, dans l'espace libre laissé au pôle postérieur par le vitellus arrivé au maximum de sa rétraction. A mesure que le blastoderme s'organise, le vitellus s'allonge de nouveau vers les deux extrémités de l'œuf et refoule contre l'enveloppe extérieure l'amas des cellules polaires, qui est bientôt complètement recouvert par le blastoderme, mais ces cellules ne se confondent en aucune manière avec celles de cette membrane germinative, comme l'ont supposé les observateurs dont j'ai rappelé plus haut l'opinion. En effet, on ne tarde pas à voir se produire au pôle postérieur un léger enfoncement du blastoderme qui forme comme un repli de cette membrane vers l'intérieur de l'œuf. Cette partie invaginée, ou extrémité caudale de l'embryon, repousse devant elle le groupe des cellules polaires, qui se réunissent en une masse arrondie et adhèrent toujours lâchement entre elles, ce qui fait qu'elles conservent leur forme sphérique primitive.

» Par le progrès de l'invagination, cette masse se place entre le rudiment caudal et la face ventrale de l'œuf, entourée de toutes parts par la substance granuleuse du vitellus. Arrivées dans cette situation, les cellules polaires n'abandonnent plus leurs rapports avec l'extrémité caudale, qu'elles suivent dans toutes ses positions aux divers stades du développement. Nous les y retrouvons encore lorsque cette partie s'est allongée en remontant le long du côté convexe ou dorsal de l'œuf pour venir toucher par son extrémité le bord postérieur de la tête. Pendant ce mouvement ascensionnel, la masse polaire s'est divisée en deux parties égales, ovalaires, placées un peu obliquement de chaque côté de l'axe longitudinal de la queue. Pour se faire une idée plus complète de la constitution de ces masses secondaires, il faut les isoler et les soumettre à l'action des réactifs. On constate alors que chacune d'elles est formée de deux cellules sphériques, aplaties à leur surface de contact. Il en résulte qu'au lieu des huit cellules polaires primitives on n'en observe plus que quatre, probablement par suite d'une fusion deux à deux des huit cellules préexistantes. Les réactifs ne décè-

lent aucune membrane d'enveloppe autour de chaque masse, mais ils montrent que leurs deux cellules composantes sont en voie de prolifération, en faisant apparaître de deux à quatre noyaux clairs dans l'intérieur de chacune d'elles.

» A une période plus avancée du développement, l'extrémité caudale est ramenée, par la contraction de la bandelette embryonnaire, vers le pôle postérieur. C'est à ce moment que se forment l'anus et l'intestin postérieur, par une invagination de l'ectoderme à l'extrémité de la queue. L'intestin postérieur passe en s'allongeant entre les deux masses polaires et les sépare l'une de l'autre. Enfin, au moment de l'éclosion, la larve possédant tous ses organes bien formés, il est facile d'apprécier, par les rapports et la structure de ces masses, leur signification dans l'organisme. Elles sont placées dans le neuvième segment du corps, de chaque côté du tube digestif, au niveau de la jonction de l'intestin postérieur avec l'intestin moyen. Une membrane épithéliale entoure alors chaque masse et se prolonge à ses deux extrémités en un filament grêle. Enfin, dans l'intérieur de la masse, les noyaux se sont multipliés. A tous ces caractères il est impossible de méconnaître que l'on a affaire aux organes génitaux de l'animal. Ceux-ci, ainsi que nous espérons l'avoir démontré, ont donc pour origine les cellules polaires. De ce mode de développement découlent des conséquences intéressantes pour la morphologie générale des organes reproducteurs. C'est d'abord leur formation précoce, précédant celle de tous les autres organes de l'embryon, bien plus, celle de l'embryon lui-même sous sa forme la plus rudimentaire, le blastoderme. C'est ensuite la communauté d'origine non seulement des produits sexuels mâles et femelles, mais de ceux-ci et de l'embryon. On peut dire par conséquent que l'ovule, le spermatozoïde et l'embryon ont pour auteur commun l'œuf fécondé ; mais, tandis que le dernier est susceptible de se développer immédiatement, les deux premiers n'acquièrent l'aptitude au développement que par leur réunion dans une nouvelle fécondation. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur le réflexe vaso-dilatateur de l'oreille.* Note de MM. **Dastre** et **Morat**, présentée par M. Paul Bert.

« Des recherches que nous avons eu l'honneur de communiquer à l'Académie nous ont permis de conclure que le système nerveux grand sympathique est un *système mixte*, qu'il contient à la fois les deux espèces d'éléments nerveux qui commandent le mouvement des vaisseaux, les dilatateurs

et les constricteurs. Nous avons placé l'origine apparente des dilatateurs dans les rameaux communiquants sympathiques. La réalité de cette disposition a été démontrée pour la plupart des dilatateurs de la région de la bouche et de la face et pour ceux de l'oreille : nous l'avons annoncée pour le membre supérieur et le membre inférieur. Des physiologistes qui résistaient d'abord à cette conception ont dû l'accepter; et l'on considère comme un fait acquis, par exemple, l'existence, dans les rameaux communiquants abdominaux, des filets vaso-dilatateurs du membre inférieur ([1]).

» Ce point principal étant établi, il devenait facile de suivre le parcours des excitations nerveuses qui, parties de certains points de l'appareil sensitif, vont provoquer des dilatations réflexes dans différentes régions de l'organisme. Ce parcours comprend en effet trois parties : les voies centripètes sensitives dont la détermination est faite déjà par les anatomistes, les centres nerveux intermédiaires et la voie de retour, jusque-là ignorée et que nos expériences faisaient précisément connaître.

» Il nous a été possible ainsi de donner comme type de ce genre d'études l'analyse de quelques réflexes bien connus des physiologistes ([2]). L'un des plus intéressants est le *réflexe auriculaire* ou *réflexe de Snellen*.

» Le principal nerf sensitif de l'oreille est le nerf grand auriculaire, branche du plexus cervical. Les excitations sensitives exercées sur l'oreille sont, grâce à lui, conduites à la moelle par l'intermédiaire de la deuxième et un peu de la troisième racine cervicale postérieure. Or, si l'on coupe ce nerf et que l'on excite son bout central, on produit une congestion réflexe de l'oreille, souvent énorme. Cette vaso-dilatation est précédée d'une légère constriction, si le courant excitateur est moyen : elle apparaît d'emblée s'il est fort. MM. Schiff, Snellen, Loven, Rouget, etc., ont étudié ce phénomène. Nous ne rappellerons pas les diverses explications qui en ont été données.

» L'explication réelle est devenue à peu près évidente lorsque nous avons eu signalé les voies de retour par lesquelles l'excitation pouvait revenir de la moelle vers l'organe. Ces voies de retour sont les nerfs vaso-dilatateurs de l'oreille qui sortent de la moelle par la huitième paire cervicale et les deux premières paires dorsales et passent de là dans le sympathique. Il ne restait plus, pour connaître le parcours complet de l'influx nerveux, qu'à déterminer son trajet dans la moelle.

([1]) *Comptes rendus*, t. XCV; p. 866, 6 novembre 1882.

([2]) *Société de Biologie*, 29 janvier 1881; *Archives de Physiologie*, 15 octobre 1882.

» Les expériences suivantes répondent à cette question :

» 1° Sur un lapin de pelage blanc, on fait une hémisection de la moelle cervicale, en un point qui ne doit pas être situé plus haut que la troisième paire cervicale, ni plus bas que la septième. Cette opération est suivie d'une vive congestion de toute la tête, principalement de l'oreille du côté correspondant. Cette congestion se dissipe au bout de quelques heures : elle était donc le résultat d'une excitation et non un phénomène paralytique.

» La circulation de l'oreille étant redevenue normale, on coupe des deux côtés le nerf auriculo-cervical, et l'on excite le bout central attenant à la moelle. Du côté sain, la congestion réflexe se produit : du côté de l'hémisection médullaire, elle ne se produit pas.

» 2° L'opération peut encore être conduite autrement. On peut, au lieu d'une hémisection, pratiquer une section complète, à la condition d'entretenir artificiellement la respiration. Après une ou deux heures, lorsque la congestion opératoire aura disparu, on pratiquera l'excitation du nerf auriculo-cervical de chaque côté. L'excitation n'a plus d'effet : la circulation de l'oreille n'en est pas affectée.

» Ces deux façons de procéder conduisent à la même conclusion; mais la première est préférable, parce qu'elle permet de comparer au même instant, sur le même sujet, le phénomène normal du côté sain avec le phénomène modifié, du côté opéré.

» Quoi qu'il en soit, la conclusion commune, c'est que l'interruption de la continuité de la moelle entre la deuxième et la huitième paire cervicales a pour effet l'abolition du réflexe vaso-dilatateur auriculaire. L'intégrité du segment médullaire compris entre ces deux points est une condition nécessaire du phénomène. Autrement dit, l'excitation qui est transmise à la moelle par le nerf grand auriculaire et qui atteint celle-ci par des filets de la deuxième et quelques-uns de la troisième racine cervicale; cette excitation doit descendre jusqu'au niveau de la huitième racine cervicale et des premières racines dorsales pour y trouver les voies de retour qui l'amèneront par le sympathique aux vaisseaux de l'oreille.

» Il est à noter que l'hémisection de la moelle au-dessous de la sixième paire dorsale n'exerce aucune influence sur le réflexe. L'intégrité du segment situé au-dessus de ce point est donc une condition nécessaire et suffisante à la production du phénomène (¹). »

PHYSIOLOGIE. — *Des phénomènes de la mort par le froid chez les Mammifères.* Note de MM. Ch. Richet et P. Rondeau, présentée par M. Vulpian.

« Pour étudier les conditions et les symptômes de la mort des animaux mammifères par le froid, nous avons évité de plonger l'animal directe-

(¹) Travail du laboratoire de M. Paul Bert, à la Sorbonne.

ment dans l'eau glacée. En effet, l'eau qui imprègne le tégument excite les nerfs de la sensibilité et provoque un tétanos qui le plus souvent n'a pas lieu, si l'on évite ce genre de refroidissement.

» La résistance des chiens au refroidissement est trop grande pour qu'on pratique l'expérience sur ces animaux. Un petit chien fut plongé pendant trois heures dans un seau d'eau à 0°. Cependant sa température ne s'abaissa que de 3°, de 38° à 35°. Mais sur des lapins l'expérience est facile. Des lapins, rasés, étaient entourés de tubes d'étain flexibles, dans lesquels circulait de l'eau salée refroidie à — 7°. Dans ces conditions, avec un écoulement d'eau glacée de 1^{lit} environ par dix minutes, un lapin se refroidit assez vite. En deux heures sa température descend de 38° à 18° environ.

» Quand la température de l'animal atteint environ 25°, la respiration commence à devenir inefficace. Le rythme n'est pas modifié cependant : c'est surtout l'amplitude des inspirations qui a diminué. A vrai dire, ces inspirations courtes suffisent pour entretenir la vie ; car l'animal peut survivre, même lorsque sa température s'est notablement abaissée. Dans un cas, nous avons vu un lapin dont la température s'était abaissée à 17°,7, qui, ayant été réchauffé, survécut, sans qu'il ait été nécessaire de le soumettre à la respiration artificielle.

» Toutefois la respiration artificielle, ainsi que l'a bien vu M. Horvath, permet au lapin refroidi de supporter des températures plus basses que 18°, et cela pendant un temps assez prolongé. Nous avons ainsi vu survivre des lapins dont la température avait été, pendant plus d'une demi-heure, portée au-dessous de 18°, soit à 15°, 4; 14°, 2 ; 16°.

» Quoi qu'il en soit, si l'on veut observer en détail l'influence du froid sur les fonctions physiologiques d'un animal à sang chaud, il faudra faire la respiration artificielle, bien avant qu'on ait constaté l'abolition des mouvements de la respiration. En effet, l'insuffisance de l'effort inspiratoire est un des premiers symptômes du refroidissement de l'animal.

» Toutes les fois que la température descend au-dessous de 17°, les fonctions du système nerveux sont énormément diminuées. Elles ne sont cependant pas abolies. Malgré l'abaissement de la température, il existe encore des phénomènes d'activité nerveuse. Nous avons observé des mouvements réflexes à des températures de 15°,3 dans un cas, de 15° dans un autre, de 14°,2 et de 13°,8 dans d'autres cas. Aussi pensons-nous que l'excitabilité du système nerveux disparaît, non parce qu'il est refroidi, mais parce que le froid a arrêté la circulation du sang dans son tissu.

» Les mouvements spontanés disparaissent avant les mouvements réflexes. Les réflexes de la cornée disparaissent avant les réflexes des mem-

bres inférieurs. Aux températures de 16° environ, les mouvements réflexes sont d'une lenteur remarquable, tout à fait analogues à ceux des animaux à sang froid. La sensibilité à la douleur n'est pas abolie, même à des températures de 16°.

» La secousse musculaire provoquée par l'excitation électrique devient, à mesure que la température de l'animal s'abaisse, de plus en plus faible, lente et prolongée à la descente. Le muscle du lapin refroidi devient tout à fait identique au muscle de l'animal à sang froid.

» L'influence du froid sur le cœur est, dès le début, un ralentissement. Cependant, à 23°, le cœur du lapin bat encore près de quatre-vingts fois par minute; puis, très rapidement, à mesure que la température baisse, le nombre des battements du cœur devient moins grand, de telle sorte qu'à 17° il n'y a guère que dix ou douze battements par minute. La forme de la contraction du cœur, forme que nous avons pu enregistrer directement et observer en ouvrant le thorax, est alors tout à fait celle du cœur de la tortue. La systole commence par les oreillettes, et, par une lente contraction vermiculaire, elle se propage jusqu'aux ventricules.

» Enfin les battements du cœur deviennent de plus en plus rares, de plus en plus faibles aussi; le ventricule s'arrête quelques instants avant les oreillettes, puis tout mouvement cardiaque cesse.

» Il n'y a plus alors aucune trace de vie : ni respiration, ni circulation, ni irritabilité nerveuse. Néanmoins la mort n'est pas définitive; car, si l'on réchauffe le lapin, et si l'on pratique en même temps la respiration artificielle, on peut le rappeler à la vie.

» Ce sont d'abord les mouvements du cœur qui reparaissent, faibles et rares au début, puis de plus en plus forts et précipités. Ce n'est que bien plus tard que reviennent les mouvements réflexes, puis les mouvements respiratoires, puis les mouvements spontanés.

» Cet état de mort apparente, caractérisé par tous les signes de la mort, sans que la mort soit définitive, peut durer une demi-heure (dans une expérience, trente et une minutes; dans une autre, vingt minutes; dans une autre, dix-huit minutes) [1]. Au point de vue de la pratique médicale, le fait est important à noter, car il indique que des individus refroidis, ne donnant plus signe de vie, pourront encore être parfois rappelés à l'existence par le réchauffement de la périphérie cutanée, combiné avec la respiration arficielle.

---

[1] Il y a, à cet égard, de notables différences individuelles, et beaucoup de lapins ne peuvent supporter des périodes aussi longues de mort apparente.

» Ainsi les fonctions respiratoires et les fonctions cardiaques peuvent être suspendues pendant une demi-heure sans que la mort définitive en soit la conséquence.

» Lors même que le cœur bat encore, l'asphyxie est très longue à se produire. Un lapin refroidi à 19°,3, et dont le cœur battait bien, quoique lentement, ne fut pas asphyxié par l'oblitération de la trachée, prolongée pendant dix minutes. Le même animal, réchauffé à 32°, fut asphyxié en quatre minutes.

» Ainsi les animaux non hibernants, comme le lapin, présentent les mêmes phénomènes, quand ils sont refroidis, que les animaux hibernants. Le cœur, la respiration et le système nerveux se comportent de même. Dans l'un et l'autre cas, l'abaissement de la température ralentit les phénomènes chimiques de la combustion interstitielle des tissus, et conséquemment diminue l'irritabilité et donne une grande lenteur à tous les phénomènes vitaux. »

PHYSIOLOGIE. — *Des analogies et des différences entre le curare et la strychnine, sous le rapport de leur action physiologique.* Note de M. COUTY, présentée par M. Vulpian.

« Plusieurs Communications, présentées ces derniers temps à l'Académie par M. Ch. Richet et par M. Vulpian, ont fait voir que la strychnine peut produire à hautes doses et avec certains modes d'injection les divers troubles de paralysie qui ont été regardés comme caractéristiques de la curarisation dans une Note récente j'essayais de montrer que le curare à petites doses entraîne, comme la strychnine, divers phénomènes d'excitation par l'intermédiaire de la moelle et du bulbe. On peut donc se demander s'il n'existe aucune différence essentielle entre ces deux poisons si longtemps opposés l'un à l'autre, et, pour répondre à cette question, j'ai répété sur des chiens, avec du sulfate et du chlorhydrate de strychnine préalablement essayés, les intéressantes expériences de M. Ch. Richet. Seulement, au lieu d'injecter des doses massives sous la peau, je les ai poussées directement dans une veine; la trachée de mes chiens était adaptée au préalable au soufflet artificiel, leur carotide communiquait avec le tube d'un kymographe, le pneumogastrique était lié et j'avais isolé les deux bouts du sciatique coupé. Sur ces animaux ainsi préparés il était facile de suivre la succession des phénomènes, et cette succession a toujours été la même : très courtes convulsions toniques, augmentation de la tension et salivation passagères ou nulles; arrêt respiratoire, convulsions cloniques, puis grandes secousses

quasi choréiques; perte des fonctions de la moelle et du bulbe; perte de l'action d'arrêt du pneumogastrique; diminution légère de la tension; affaiblissement et cessation des secousses choréiques; chute progressive de la tension, refroidissement commençant, perte de l'excitabilité des nerfs moteurs, enfin arrêt du cœur.

» Il suffit de comparer cette évolution des accidents strychniques à l'évolution bien connue de la curarisation, pour voir combien sont grandes les différences, et ces différences deviennent encore plus considérables si, au lieu d'injecter brusquement 1^{gr} ou 2^{gr} de strychnine, on pousse successivement dans la veine des doses de $0^{gr},1$ à $0^{gr},5$. On distingue alors véritablement des périodes que l'on peut à volonté prolonger; et parmi ces périodes, celle qui suit immédiatement l'arrêt de la respiration est une des plus durables et des plus curieuses à étudier.

» L'animal est agité de secousses brusques synergiques, qui se répètent à des intervalles variables sous forme d'accès très courts ou de simples mouvements tremblés; très fortes d'abord et capables d'agiter la tête et le corps, elles portent ensuite seulement sur les membres et la face; enfin, pour des doses plus fortes, elles se localisent dans les lèvres, dans le pourtour de l'anus, dans le pénis ou l'orifice du vagin.

» Ces secousses, très distinctes, comme forme, des convulsions toniques ou cloniques, dépendent comme elles de la moelle et du bulbe; et il suffit de détruire ou de comprimer ces centres nerveux pour qu'elles disparaissent immédiatement dans les membres comme dans les lèvres ou le pénis.

» Les centres nerveux ne sont donc pas inactifs; et cependant ils semblent avoir complètement perdu soit leurs réactions normales, soit cette hyperexcitabilité que l'on a regardée comme caractéristique de la strychnisation. Si l'on pince les pattes ou si l'on excite avec les courants les plus forts le bout central du sciatique, on n'augmente pas les phénomènes convulsifs; on ne provoque pas de mouvements réflexes et surtout on ne détermine aucune variation de la tension artérielle ou des mouvements du cœur. De même, si l'on arrête la respiration artificielle, on voit les secousses diminuer et cesser, la tension s'abaisser, enfin le cœur s'affaiblir et s'arrêter sans avoir constaté aucun des effets habituels de l'asphyxie du bulbe et de la moelle. Enfin, si l'on injecte de nouvelles doses de strychnine, elles diminuent les secousses au lieu de les augmenter et elles font tomber la tension.

» Cette paralysie précoce des centres nerveux différencie l'empoisonne-

ment par des doses massives de strychnine de l'intoxication curarique, puisque, pendant celle-ci, ces mêmes centres restent intacts longtemps après la cessation des accidents convulsifs et la paralysie complète des extrémités périphériques des nerfs moteurs.

» La différenciation de ces deux intoxications est plus facile encore si l'on analyse deux autres phénomènes.

» Pour le curare, quel que soit le mode d'injection ou la nature si variable du poison, la perte d'excitabilité du nerf moteur se produit peu après la perte des mouvements fonctionnels des membres et de la respiration; elle coexiste avec le fonctionnement régulier des centres nerveux et de la circulation et elle est suivie longtemps après par la paralysie du pneumogastrique. Pour la strychnine, l'ordre est inverse; le nerf pneumogastrique devient le premier inexcitable pendant la période des secousses, presque en même temps que la moelle et le bulbe perdent leurs réactions normales, et c'est beaucoup plus tard, après la suppression définitive de tout phénomène convulsif et la paralysie complète des centres nerveux, après la chute de la tension, que les nerfe moteurs perdent peu à peu leurs réactions. Pour distinguer deux animaux paralysés par ces poisons, il suffit donc d'examiner le pneumogastrique et le sciatique; si le nerf cardiaque est inexcitable avant les nerfs des membres, il y aura strychnisation : inversement pour le curare.

» On peut conclure de tous ces faits que le mode différent de succession des troubles permet seul de distinguer les deux intoxications, curarique et strychnique : ces deux poisons excitent, puis paralysent les centres nerveux, comme aussi ils paralysent les nerfs des muscles striés ou du cœur; ils agissent donc l'un et l'autre sur l'ensemble des appareils moteurs centraux et périphériques. Seulement la strychnine modifie d'abord profondément les ganglions cardiaques et surtout la moelle et le bulbe, tandis que le curare porte sa principale influence sur les appareils périphériques des muscles striés.

» Les troubles capitaux de l'une de ces intoxications deviennent pour l'autre accessoires et tardifs; et ce n'est pas la nature des phénomènes ou leur mécanisme, c'est leur évolution qui devient caractéristique de l'action du poison. »

ZOOLOGIE. — *Sur les causes de la migration des Sardines.* Note de M. P. LAUNETTÉ, présentée par M. Alph.-Milne Edwards.

« Dans des publications antérieures et dans des Communications faites à l'Académie, j'ai cherché à démontrer que les migrations des Sardines, que leur présence ou leur absence sur nos côtes de l'Ouest, sont liées de la manière la plus intime au transport, par les vents et par les courants, des matières organiques qui servent à leur alimentation : matières provenant des détritus de Morues rejetés par les pêcheurs sur le banc de Terre-Neuve. L'étude de la direction des vents pendant les mois d'hiver permet donc de prévoir si en été la nourriture sera abondante pour les Sardines sur nos côtes, et par conséquent si ces poissons s'y montreront en grand nombre. Il faut aussi que la température soit assez élevée pour qu'ils se plaisent dans nos eaux, et je posais en principe que : *Toute migration ne peut s'effectuer normalement que sous l'influence des deux conditions de nourriture et de température réunies.*

» L'expérience des années qui viennent de s'écouler démontre en effet : 1° que, dans les très bonnes années de 1878 et 1879, les deux conditions de nourriture et de température se trouvaient heureusement combinées : 2° que la pêche médiocre de 1880 et la pêche nulle de 1881, accomplies dans d'excellentes conditions de température, coïncident avec l'absence de la nourriture nécessaire aux Sardines.

» Les résultats obtenus en 1882 confirment complètement mes prévisions. En effet, l'établissement des courbes des vents annonçait que les conditions de nourriture seraient favorables cette année; aussi la pêche a-t-elle été bonne aussitôt que la température a permis aux poissons de se montrer.

» Dès le mois d'avril, la *Sardine coureuse* (*Pilchard* des Anglais), qui ne craint pas le froid, abondait sur notre littoral. Mais, pendant les mois exceptionnellement froids de mai et de juin, la Sardine de *Rogue,* dite aussi *d'été* ou *de boîte,* n'apparaissait pas; elle ne pouvait s'aventurer dans des eaux froides; mais, quand celles-ci s'échauffèrent, les troupes de Sardines ne tardèrent pas à s'approcher de nos côtes et la pêche a été *satisfaisante,* alors que, dans des conditions de température convenables, elle aurait dû être *très bonne*. Je m'empresse de fournir à l'Académie des tableaux qui lui permettront de juger du rendement de l'année 1882 comparé à celui de 1880,

la moins mauvaise des deux dernières saisons de pêche [1]. Ils donnent les résultats suivants :

» *Les Sables d'Olonne*, pêche toujours bonne.

» *Saint Gilles-sur-Vie*, pêche toujours très bonne, à part les jours où la violence du vent a empêché les bateaux de sortir.

» *Ile d'Yeu*, pêche bonne.

» *Belle-Ile*, pêche bonne avec quelques intermittences.

» *Concarneau*, pêche laissant à désirer, malgré de nombreuses bonnes journées.

» *Douarnenez*, situé à la latitude Nord extrême, pêche tardive et entravée, qu'on peut qualifier d'assez bonne.

» *Lorient* et ses dépendances, pêche assez bonne.

» En 1880, il y eut pour ces ports dix-huit journées de bonne pêche ; en 1882, on compte deux cent six journées de bonne pêche. »

GÉOLOGIE COMPARÉE. — *Contribution à l'histoire géologique du fer de Pallas.* Note de M. STAN. MEUNIER.

« Au moment de terminer la monographie des *Syssidères* du Muséum, je crois devoir appeler l'attention sur les particularités qu'une étude nouvelle m'a conduit à observer chez la plus fameuse de toutes, la météorite de Krasnojarsk, dite *fer de Pallas*.

» Les faits dont il s'agit ont pour moi un intérêt d'autant plus grand qu'ils sont relatifs à la constitution et à l'origine de la pyrrhotine météoritique dont l'étude m'occupe depuis longtemps.

» Tel qu'il est ordinairement décrit, le fer de Pallas consiste, comme on sait, en une sorte de réseau métallique constitué avant tout par divers alliages de fer et de nickel, retenant dans ses mailles d'innombrables grains de péridot. Ces grains ne sont pas des cristaux, comme on le dit quelquefois, mais des fragments de cristaux dont la détermination géométrique a fourni à Gustave Rose le sujet d'un Mémoire classique.

» La matière du réseau métallique offre des caractères physiques et chimiques qui la rapprochent complètement de certains fers météoritiques dépourvus de substances lithoïdes. Les alliages dont il est formé, kamacite et tænite, auxquels s'ajoute le métal très nickelé signalé dans le fer de Sainte-Catherine, ces alliages, loin d'être distribués au hasard, encadrent les grains péridotiques, ou plutôt leurs intervalles, de couches concentriques. Il en résulte que la structure générale de la roche, étudiée sur une surface

[1] Ces tableaux sont déposés sur le bureau de l'Académie.

polie, reproduit exactement celle des filons métallifères terrestres appelés vulgairement *filons en cocardes*.

» J'ai fait voir antérieurement comment cette structure, qu'on retrouve chez d'autres syssidères, démontre pour ces masses une origine vraiment filonienne.

» Mais les fers nickelés ne sont pas les seuls éléments du réseau métallique de Krasnojarsk. Avec eux on a signalé depuis longtemps le graphite, la schreibersite, le chlorure de fer, qui en certains points exsude en gouttelettes brunâtres, enfin la pyrrhotine. Mais ces minéraux ne sont cités dans les analyses que sur un rang très secondaire et comme ne jouant qu'un rôle tout à fait effacé. Pour la pyrrhotine en particulier, l'opinion reçue est formulée comme il suit dans le classique ouvrage de M. Buchner [1] : « La pyrite magnétique se présente en quantité infiniment moindre que le » fer de la carcasse métallique. Elle est irrégulièrement disséminée en grains » qui brillent çà et là. Souvent elle manque tout à fait. » Or, en étudiant les échantillons de la collection du Muséum, j'ai rencontré un spécimen qui paraît de nature à faire accorder à la pyrrhotine du fer de Pallas une importance tout à fait imprévue.

» Dans certaines régions de cet échantillon, le sulfure de fer joue, en effet, un rôle tout aussi considérable que le fer nickelé lui-même : de nombreux grains de péridot sont agglutinés entre eux par un réseau épais entièrement formé de pyrrhotine sans mélange aucun de fer nickelé. Dès à présent, il n'y a aucune témérité à prévoir qu'on pourra rencontrer un jour une météorite constituée ainsi dans toute sa substance, et certes, avant l'observation de l'échantillon que je signale, on n'aurait aucunement songé à la rapprocher du fer de Pallas.

» Il est bien remarquable, d'ailleurs, de voir que l'allure générale du sulfure est rigoureusement la même que celle des alliages métalliques. Comme eux, il remplit exactement tous les intervalles des grains silicatés; comme eux aussi, il s'est insinué en filaments parfois tout à fait capillaires dans les fissures du péridot.

» En présence d'un fait si nouveau, il importait de préciser les relations mutuelles de la pyrrhotine et des alliages métalliques, ces relations pouvant, comme l'a déjà montré l'étude du fer de Sainte-Catherine, permettre d'éclairer l'origine de la pyrrhotine. Or, bien qu'en divers points le fer nickelé et le sulfure s'affrontent directement, nulle part ces deux composés ne sont absolument en contact. Toujours il se trouve entre eux une

---

(1) *Die Meteoriten in Sammlungen;* article *Krasnojarsk*, p. 122.

très mince couche de graphite qui paraît identique à celui qui enveloppe les rognons sulfurés dont sont lardés certaines holosidères, telles que celles de Caille et de Charcas.

» Par un contraste complet, une pareille matière fait défaut dans le fer de Sainte-Catherine (type à pyrrhotine bronzée) où le fer et le sulfure sont en contact immédiat. Cette circonstance, rapprochée d'autres faits, paraît tenir à ce qu'ici la pyrrhotine dérive du fer, de telle sorte qu'on peut imiter complètement le fer de Sainte-Catherine, en traitant au rouge du fer nickelé par l'acide sulfhydrique, résultat qui fait de ce fer le représentant météoritique des roches épigènes. Des observations et des expériences plus récentes assignent une origine également épigénique à la pyrrhotine contenue en petits grains dans certaines sporadosidères et tout spécialement dans celles de Knyahinya. On s'assure que ces grains de pyrrhotine résultent d'une altération, par l'hydrogène sulfuré, de granules originairement constitués par du fer nickelé : outre que la forme et la situation sont les mêmes, je regarde comme particulièrement probant le fait présenté par divers échantillons de Knyahinya, de contenir des granules dont une moitié est transformée en pyrrhotine, tandis que l'autre moitié est restée à l'état de fer nickelé. On s'en aperçoit facilement à l'œil nu, et le cuivrage rend le fait encore plus évident. Ces granules mi-partis rappellent les pépites cuivre et argent du lac Supérieur : ils peuvent être imités, en chauffant des sporadosidères dans un courant d'hydrogène sulfuré.

» Ceci posé, et pour en revenir au fer de Pallas, il est évident qu'on ne peut supposer à la pyrrhotine qu'il contient l'origine épigène dont nous venons de parler. Au contraire, sa manière d'être la signale comme ayant dû se constituer, au moins dans certaines parties, avant la concrétion du fer nickelé. Comment expliquer autrement, dans l'échantillon étudié, un noyau de fer dont la section subcirculaire est noyée en pleine pyrrhotine et où les acides révèlent une structure parallèle au contour? Ce rognon, qui est, comme on voit, l'exacte contre-partie des canons sulfurés des holosidères, est entouré comme eux d'une robe de graphite.

» Si l'on admet avec nous que le fer s'est constitué après la concrétion de la pyrrhotine, il en résulte, pour la température qui a présidé à l'opération, cette notion précise, qu'elle était nécessairement inférieure à celle, d'ailleurs peu considérable, où fond le sulfure de fer. Or nous savons déjà que la production des fers nickelés par la réduction des chlorures par l'hydrogène se fait très bien à ce degré thermométrique. C'est donc un argument de plus, et bien décisif, pour montrer que ces alliages ne se sont pas produits par voie de fusion.

» Quant à l'origine de la pyrrhotine du fer de Krasnojarsk, et sans doute de celle de plusieurs holosidères, elle paraît être expliquée par l'expérience qui permet d'obtenir ce composé en réduisant par l'hydrogène sulfuré un mélange de chlorure de fer et de chlorure de nickel. On doit supposer que, des fissures ayant été au préalable remplies de péridot concassé, le mélange des chlorures en vapeur et l'acide sulfhydrique s'y sont dégagés, comme ont fait des émanations analogues dans nos filons stannifères, dont la pyrite magnétique est d'ailleurs un des minéraux habituels. La température a dû baisser ensuite, vers le moment où l'hydrogène a remplacé le gaz sulfuré et où, par conséquent, le dépôt de pyrrhotine a fait place à la concrétion des alliages.

» Cette histoire géologique du filon de Krasnojarsk, tout à fait analogue à celle des gîtes métallifères terrestres les plus anciens, est donc nettement différente de celle du fer de Sainte-Catherine.

» D'ailleurs, l'importance de la pyrrhotine dans le fer de Pallas est une raison de plus pour séparer cette météorite des autres masses que M. G. Rose lui avait réunies pour constituer son type *pallasite* et qui en diffèrent aussi, comme j'y ai insisté, par la nature de leurs parties lithoïdes. »

M. **L. Hugo** adresse une Note « Sur quelques points relatifs aux séries ».

M. **A. Mayer** adresse, par l'entremise de M. Vulpian, une Note concernant l'assainissement des cimetières, par un nouveau système de sépultures.

La séance est levée à 5 heures un quart.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 30 octobre 1882.

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, publiée par les ordres de M. le Ministre du Commerce; t. XXIV, Ire et IIe Partie (nouvelle série). Paris, Impr. nationale, 1882; 2 vol. in-4°.

Académie des Sciences. Séance du lundi 26 *juin* 1882. *Présidence de M. Jamin.*

Médaille d'honneur offerte à M. Pasteur. Communication de M. le Président de l'Académie des Sciences. Allocution de M. J.-B. Dumas. Réponse de M. Pasteur. Paris, Gauthier-Villars, 1882; in-8°. (Deux exemplaires.)

Société d'encouragement pour l'industrie nationale. Conférence sur le Phylloxera, faite le 1er *avril* 1882; *par* J.-A. BARRAL. Paris, J. Tremblay, 1882; in-4°.

Paléontologie française ou description des fossiles de la France. Terrain jurassique, liv. 53 : *Echinodermes réguliers; par* M. G. COTTEAU, texte, feuilles 21 à 23 du t. X, seconde Partie du *Terrain jurassique;* atlas, planches 347 à 358; liv. 54 : *Crinoïdes; par* M. DE LORIOL, texte, feuilles 7 à 9 du t. XI du *Terrain jurassique;* atlas, planches 25 à 36. Paris, G. Masson, 1882; 2 liv. in-8°. (Présenté par M. Hébert.)

Actualités scientifiques de M. l'abbé Moigno. Enseignement de tous par les projections. Les Sciences, les Industries, les Arts enseignés et illustrés par 4500 photographies sur verre. Catalogue des tableaux et appareils. Paris, au bureau du Journal *Cosmos-les-Mondes*, 38, rue de la Sourdière, et Billon-Daguerre, 58, rue Fontaine-au-Roi; 1 vol. in-12.

Bulletin de la Société des Sciences naturelles de Neuchâtel; t. XII, 3e cahier. Neuchâtel, impr. de la Société typographique, 1882; in-8°.

Le baron D'ESPIARD DE COLONGE. *L'Egypte et l'Océanie.* Paris, Dentu, 1882; br. in-8°.

Cours théorique élémentaire et pratique de comptabilité raisonnée; par F. TARPET; Ire et IIe année. Paris, E. Belin, 1882; 2 vol. in-8°.

Annales de la Société d'émulation du département des Vosges, 1882. Epinal, V. Collot; Paris, A. Goin, 1882; in-8°.

Algérie. Gisements houillers de Bou-Saada (Province d'Alger). Notice par M. G. PINARD. Alger, Docks de l'imprimerie, 1882; br. in-8°.

Fièvre maligne des bœufs européens importés en Algérie; par M. DELAMOTTE. Paris, impr. Chaix, 1882; br. in-8°.

Recherches expérimentales sur le principe acide du suc gastrique; par M. le Dr V. POULET. Paris, impr. typogr. Décembre, 1882; br. in-8°.

Notice biographique sur M. le Dr Lucien de Boutteville, *de Rouen; par* M. J. GIRARDIN. Rouen, impr. E. Cagniard, 1882; br. in-8°.

L'épiplasme des ascomycètes et le glycogène des végétaux; par L. ERRERA. Bruxelles, H. Manceaux, 1882; br. in-8°.

Traité de Zoologie; par C. CLAUS. 2e édition française, traduite de l'allemand sur la 4e édition par G. MOQUIN-TANDON. Fascicule Ier. Paris, F. Savy, 1883; in-8°.

Archives italiennes de Biologie. Revues, résumés, reproductions des travaux scientifiques italiens, sous la direction de C. EMERY et A. MOSSO; t. Ier. Rome, Turin, Florence, H. Loescher, 1882; in-8°.

Carte hypsométrique de la Turquie d'Asie, dressée et publiée par la section topographique de l'Etat-major de l'armée du Caucase, sous la direction du général Stebnitzky. Tiflis, 1882; collée sur toile.

International medical Congress. On the formation of vertebræ in the human skull; by AD. HANNOVER. London, Kolckmann, 1881; br. in-8°. (Présenté par M. Ch. Robin.)

Den menneskelige hjerneskals bygning ved anencephalia og misdannelsens forhold til hjerneskallens primordialbrusk; af AD. HANNOVER. Kjobenhavn, 1882; in-4°. (Présenté par M. Ch. Robin.)

Anales de la oficina meteorologica argentina, por su director B.-A. GOULD; t. II: *Climas de Bahia blanca y Corientes,* Buenos-Ayres, impr. Pablo e Coni, 1881; in-4°. (Deux exemplaires.)

Resultados del observatorio nacional argentino en Cordoba, B.-A. GOULD Director; vol. II: *Observaciones del ano* 1872. Buenos-Ayres, impr. Pablo e Coni, 1881; in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 6 NOVEMBRE 1882.

Traité de Chimie analytique appliquée à l'Agriculture; par EUG. PELIGOT. Paris, G. Masson, 1883; in-8°.

Mémoires publiés par la Société nationale d'Agriculture de France; t. CXXVII. Paris, Hôtel de la Société et J. Tremblay, 1882; in-8°.

Société d'Histoire naturelle de Toulouse; 15e année, 1881. Toulouse, impr. Durand, 1881; in-8°.

Des organes intermédiaires entre la racine et la feuille, et de l'appareil végétatif des Utriculaires; par M. D. CLOS. Toulouse, impr. Douladoure-Privat, 1882; br. in-8°.

Les tatouages. Etude anthropologique et médico-légale; par le Dr A. LACCASSAGNE. Paris, J.-B. Baillière, 1881; in-8°. (Présenté par M. Bouley.)

Traité des désinfectants et de la désinfection; par E. VALLIN. Paris, G. Masson, 1883; in-8°. (Présenté par M. Bouley pour le Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, de l'année 1883.)

Principes de Chimie fondée sur les théories modernes; par A. NAQUET et M. HANRIOT; 4e édition. Paris, F. Savy, 1883; 2 vol. in-12.

Recherches sur les affections farcino-morveuses du cheval et de l'homme.

Histoire d'une épizootie de morve; par M. E. Aureggio. Paris, Asselin et Cie, 1882; in-8°. (Présenté par M. Bouley.)

Des accouplements stériles dans l'espèce chevaline; par M. Delamotte. Alger, A. Jourdan, 1882; br. in-8°.

Revue de l'Exposition internationale d'électricité de Paris. Paris, au journal *le Génie civil*, 1882; in-8°.

A manual of the Geology of India; Part. III : *Economic Geology; by* V. Ball. Calcutta, 1881; in-8° relié.

The proceedings of the linnean Society of New South Wales; vol. VI, Part 1 2, 3; vol. VII, Part I. Sydney, F.-W. White, 1882; 4 vol. in-8°.

Memoirs of the geological Survey of India; vol. XVIII, Part 1, 2, 3. Calcutta, sans date; 3 Parties in-8°.

Records of the geological Survey of India; vol. XIV, Part 2, 3, 4, 1881. Calcutta, 1882; 3 liv. in-8°.

L'uomo terziario in Portogallo. Memoria del Dr G. Bellucci. Firenze, tipogr. dell'Arte della stampa 1882; br. in-8°. (Présenté par M. de Quatrefages.)

ERRATA.

(Séance du 6 novembre 1882.)

Page 824, Positions de la grande comète, *au lieu de* fact. log parall., *lisez* log fact. parall.
Oct. 27, déclinaison, *au lieu de* 16.8.57,1, *lisez* 18.8.57,1.
Dernière ligne, les positions se rapportent à Nov. 3.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 NOVEMBRE 1882.

PRÉSIDENCE DE M. JAMIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Arrêté fixant les conditions du prochain concours pour le prix Volta, à décerner en 1887. Lettre de M. le **Ministre de l'Instruction publique** à M. le Président.

« 15 novembre 1882.

» Monsieur le Président,

» J'ai l'honneur de vous adresser ampliation de l'Arrêté ministériel réglant les conditions du prochain concours pour l'obtention du prix Volta, en 1887 :

« Vu le Décret du 11 juin 1882;

» Le Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts,

» Considérant qu'au commencement du siècle la pile de Volta a été » jugée le plus admirable des instruments scientifiques;

» Qu'à son aide, ou avec le secours des nouvelles sources découvertes » plus tard, l'électricité a donné :

» Aux applications de la chaleur, les températures les plus élevées;

» A celles de la lumière, des foyers d'une intensité qui dépasse celle de » toutes les lumières artificielles;

» Aux Arts chimiques, une force mise à profit par la Galvanoplastie et » le travail des métaux;

» A la Physiologie et à la Médecine pratique, des moyens d'une efficacité constatée;

» Qu'elle a créé la Télégraphie électrique et la Téléphonie;

» Qu'elle est enfin l'agent mécanique le plus délicat et, sous certains » rapports, le plus énergique;

» Qu'elle est ainsi devenue ou tend à devenir le plus puissant des agents » industriels;

» Considérant, dès lors, qu'il est d'un haut intérêt d'appeler les savants » de toutes les nations à concourir au développement des applications les » plus utiles de l'électricité,

» Arrête :

» Article premier. — Le prix de cinquante mille francs institué par » décret du 11 juin 1882, en faveur de l'auteur de la découverte qui rendra » l'électricité propre à intervenir avec économie dans l'une des applica- » tions suivantes : comme source de chaleur, de lumière, d'action chi- » mique, de puissance mécanique, de moyen de transmission pour les » dépêches ou de traitement pour les malades, sera décerné en dé- » cembre 1887.

» Art. 2. — Les savants de toutes les nations sont admis à concourir.

» Art. 3. — Le concours demeure ouvert jusqu'au 30 juin 1887.

» Art. 4. — Une Commission nommée par le Ministre de l'Instruction » publique sera chargée d'examiner la découverte spécifiée par chacun » des concurrents, et de reconnaître si elle remplit les conditions exigées.

» Art. 5. — Le rapport de cette Commission sera publié dans le *Journal* » *officiel*.

» Fait à Paris, le 10 novembre 1882,

Signé : J. Duvaux. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Résultats des expériences faites à l'Exposition d'électricité sur les lampes à incandescence;* par MM. **Allard**, **F. Le Blanc**, **Joubert**, **Potier** et **H. Tresca**.

« Les lampes à incandescence ont fait connaître à l'Exposition un mode d'éclairage relativement nouveau et se prêtant à un fonctionnement tel, de la lumière électrique, qu'elle se trouve de tous points comparable aux

lumières de nos lampes habituelles, à l'huile ou au gaz. Le principe est, dans toutes ces lampes nouvelles, le même : l'illumination dans le vide, d'un filament de charbon, par le passage d'un courant électrique de faible intensité, qui trouve à ce passage une très grande résistance.

» Ces sortes de lampes ne fournissent pas utilement beaucoup plus de deux carcels, et, lorsqu'elles sont surmenées, elles donnent lieu à un développement de vapeurs qui salissent le verre et mettent rapidement le petit appareil hors de service. En deçà de cette limite, au contraire, le bon fonctionnement paraît être de longue durée et fournit une lumière peu fatigante et très agréable.

» En dehors des déterminations méthodiques qui ont été obtenues, sur les lampes à incandescence, par les soins de plusieurs de nos Collègues spécialement chargés de leur étude, nous avons rencontré, dans le cours de nos essais, quelques données assez utiles sur ces sortes de lampes pour que nous ayons cru devoir les consigner dans un Tableau analogue à ceux qui ont été consacrés aux autres modes d'éclairage électrique.

» Cependant ces données sont loin d'être complètes, en ce que le travail mécanique n'a été vraiment mesuré, en regard des autres éléments, que pour les lampes Maxim et les lampes Edison. Cette détermination n'a pu être obtenue pour les lampes Swan, et, en ce qui concerne les lampes Lane-Fox, elle ne résulte que d'un seul essai dynamométrique, absolument secondaire, qui n'a été accompagné d'aucune mesure photométrique.

» Nous sommes bien mieux fixés sur les mesures électriques par rapport aux intensités lumineuses, parce que, dans nos essais du 18 novembre, un même courant, dérivé du circuit de la machine Edison, nous a servi à entretenir, dans diverses conditions, les lampes Edison, Lane-Fox et Swan, et que, d'un autre côté, nos données étaient tout à fait complètes, dans les essais du 11 novembre, sur la lampe Maxim.

» XXI. *Lampes Maxim.* — L'expérience sur les lampes Maxim a été faite en mettant en mouvement, par le moteur Olry et Grandemange, une machine à courant continu, de Weston, et une excitatrice Maxim.

» Le travail mécanique a été évalué en relevant, à l'indicateur, 49 diagrammes dont le calcul final a été corrigé, par le coefficient habituel de réduction, 0,85.

» Après un essai d'éclairage avec cent lampes, on a modifié les conditions du fonctionnement de l'excitatrice de manière à réduire le courant à ce qui était nécessaire pour cinquante et pour vingt-cinq lampes successivement.

» Toutefois le courant était, dans ces nouvelles conditions, beaucoup

moins bien approprié que dans le premier essai. Avec vingt-cinq lampes, les courants des deux machines se faisaient remarquer par une suite d'oscillations régulières, se produisant cinq à six fois par minute et laissant par conséquent les évaluations électriques fort incertaines. On trouvera ci-après tous les chiffres recueillis. C'est sur la lampe Maxim que les essais photométriques ont été le plus multipliés : on a d'abord mesuré le pouvoir éclairant de quatre lampes vues de faces, puis de profil et à 45°; on a ensuite varié l'inclinaison de manière à déterminer la moyenne sphérique qui a seule servi pour les calculs.

» Cette moyenne sphérique représente 0,74 de l'intensité horizontale de face, que nous avons jusqu'à présent prise pour unité, et 0,78 de l'intensité horizontale à 45°, qui ne s'élève, d'après l'expérience, qu'à 0,98 de l'intensité de face.

» XXII. *Lampes Edison.* — Les lampes Edison, expérimentées avec le plus grand soin par une Sous-Commission spéciale, n'avaient été soumises à aucun essai d'ensemble, lorsque nous obtînmes des représentants de l'illustre inventeur l'autorisation d'essayer, sur un groupe de vingt, quatre ou huit de ses lampes, dans notre chambre photométrique, au moyen d'un courant dérivé au pied de la grande machine dynamo-électrique elle-même qui desservait une grande partie des lampes Edison de l'Exposition.

» Dans la soirée du 18 novembre, nous avons pu relever sur la machine motrice un très grand nombre de diagrammes, et connaître ainsi la puissance en chevaux employée pour le fonctionnement de quatre cent quatre-vingt-six lampes grand modèle et de quatre-vingt-quatre lampes petit modèle, soit en estimant les dernières à la moitié des autres, pour un éclairage total de cinq cent vingt-huit lampes dites de seize bougies, du type le plus ordinaire, celui-là même qui avait été expérimenté par la Sous-Commission.

» Les observations photométriques ne comprenaient d'abord que la détermination de l'intensité horizontale de face; mais on a pu calculer, d'après les projections dans les diverses positions, les autres intensités, et les résultats ainsi obtenus ont été plus tard corroborés par nos propres expériences et par celles aussi auxquelles M. le professeur Hagenbach, de Bâle, a bien voulu se livrer à notre sollicitation. En prenant l'intensité horizontale de face pour unité, la moyenne sphérique doit être estimée à 0,98. Si l'on prenait, au contraire, pour unité l'intensité horizontale à 45° (qui vaut 1,33 par rapport à l'unité précédente), la moyenne sphérique devrait être estimée seulement à $0,98 : 1,33 = 0,74$.

» XXIII. *Lampes Lane-Fox.* — Les lampes Lane-Fox ont remplacé les

précédentes sur le courant dérivé de la machine Edison, mais leur nombre avait changé (six au lieu de quatre) dans la chambre photométrique. Les déterminations électriques ont été accompagnées d'observations photométriques, soit sur ces six lampes, soit sur quatre d'entre elles, placées de face seulement.

» Toutes les observations photométriques, faites exclusivement de face, doivent, eu égard aux dimensions des fils de ces lampes, être réduites à 0,58 pour la valeur de l'intensité sphérique moyenne. Cette intensité sphérique moyenne représente en même temps 0,69 de l'intensité horizontale à 45°.

» Quatre-vingt-seize lampes Lane-Fox, dites de douze bougies, avaient été comprises, dans l'expérience du 6 octobre, sur les machines Brush; mais on n'a point à leur sujet d'autre détermination que celle du travail mécanique brut : 1426^{kgm} pour quatre-vingt-seize lampes, soit $14^{\text{kgm}},86$ par lampe, alors que les essais dont nous venons de rendre compte indiquent seulement $8^{\text{kgm}},95$ de travail électrique dans la lampe elle-même.

» XXIV. *Lampes Swan.* — Le matériel de M. Swan étant en partie employé à l'Opéra au moment où nous avons terminé l'étude de l'éclairage à incandescence, nous n'avons pu obtenir, dans son exposition, que le nombre de lampes nécessaire pour en faire l'essai, à l'aide du courant d'Edison, dans les mêmes conditions que pour les lumières Lane-Fox.

» Seize lampes ont été entretenues en fonction par ce moyen, et quatre d'entre elles ont été soumises, de face, aux mêmes épreuves photométriques que les précédentes; les intensités observées doivent être soumises aux mêmes coefficients.

» Nous n'avons ainsi d'autre estimation du travail dépensé qu'en ce qui concerne le travail électrique seulement de la lampe, rapporté à l'intensité moyenne sphérique.

TABLEAU DES EXPÉRIENCES SUR LES LAMPES A INCANDESCENCE.

Indications.	Formules.	XXI. Maxim. Nombre de lampes $n = 100$	$n = 50$	$n = 25$	XXII. Edison. $n = 528$	XXIII. Lane-Fox. $n = 6$	XXIV. Swan. $n = 4$
Observations mécaniques.							
Vitesse de la machine à lumière :	Tours par minute.	984	1021	1027	282	»	»
Travail effectif..................	T^{chx}	23,00	17,12	9,15	68,74	»	»
Observations électriques.							
Résistance de l'excitatrice et de l'inducteur.....................	r^{ohms}	1,75	1,75	1,75	»	»	»

Indications.	Formules.	XXI. Maxim. Nombre de lampes $n = 100$	$n = 50$	$n = 25$	XXII. Edison. $n = 528$	XXIII. Lane-Fox. $n = 6$	XXIV. Swan. $n = 4$
Résistance de la machine à lumière..	r	0,05	0,05	0,05	»	»	»
Résistance d'une lampe...........	R	47,2	42,8	41,0	130,0	28,0	31,1
Intensité du courant inducteur.....	I'^{amp}.	32	32	32	»	»	»
Intensité totale du courant à lumière.	I	142	87	50	370	»	»
Intensité du courant par lampe.....	$i = \frac{I}{n}$	1,42	1,74	2,00	0,70	1,77	1,55
Différence de potentiel aux bornes d'une lampe..................	$E = R\, i^{\text{volts}}$	67	75	82	91	50	48
Calculs électriques.							
Travail de l'excitatrice............	$\frac{r' I'^2}{75 g}$	2,44	2,44	2,44	»	»	»
Travail de la machine à lumière....	$\frac{r I^2}{75 g}$	1,37	0,52	0,17	»	»	»
Trav. d'une lampe en kilogrammètres.	$\theta = \frac{R i^2}{g}$	9,71	13,22	16,73	6,50	8,95	7,62
Travail total des lampes, en chevaux.	$t = \frac{n.R.i^2}{75 g}$	12,95	8,81	5,57	45,76	»	»
Travail électrique total...........	T'	16,76	11,77	8,18	»	»	»
Observations photométriques.							
Intensité lumineuse moyenne sphérique par lampe...............	l	1,44	2,80	3,77	1,57	1,64	2,19
Intensité lumineuse totale (moyenne sphérique)..................	$L = n.l.$	144	140	94	829	»	»
Rendements.							
Rendement mécanique total........	$\frac{T'}{T}$	0,73	0,69	0,90	»	»	»
Rendement mécanique des arcs....	$\frac{t}{T}$	0,56	0,51	0,61	0.67	»	»
Rendement électrique des arcs.....	$\frac{t}{T'}$	0,77	0,75	0,68	»	»	»
Carcels par cheval mécanique......	$\frac{L}{T}$	6,26	8,18	12,73	12,06	»	»
» électrique.......	$\frac{L}{T'}$	8,59	11,89	11,49	»	»	»
» d'arc...........	$\frac{L}{t}$ ou $\frac{75 l}{\theta}$	11,12	15,89	16,88	18,12	13,74	21,55
Carcels par ampère..............	$\frac{l}{i}$	1,01	1,61	1,89	2,24	0,93	1,41

» Nous avons dit déjà que d'autres expériences plus méthodiques, et dans lesquelles on avait eu pour but de mesurer exactement les données électriques, avaient été faites également sur les quatre systèmes de lampes que nous venons de passer en revue.

» Dans ces expériences, les intensités horizontales ont seules été prises pour types, sous un angle de 45°; elles ont, d'ailleurs, été rapportées à celle de la bougie de spermacéti, brûlant $7^{gr},80$ par heure, et l'on sait qu'il faut 9,5 de ces bougies pour équivaloir à une carcel.

» Nous mettons en regard, dans le Tableau suivant, les chiffres que nous avons obtenus avec ceux de cette Commission ramenés à l'intensité moyenne sphérique et à la lampe Carcel prise pour unité.

COMPARAISON ENTRE LES DIVERSES SÉRIES D'EXPÉRIENCES.

	Lampe Maxim.		Lampe Edison.		Lampe Lane-Fox.		Lampe Swan.		
	Nos résultats.	Comm. spéciale.	Nos résultats.	Comm. spéciale.	Nos résultats.	Comm. spéciale.	Nos résultats.	Commission spéciale (¹).	
Ohms	43	41	130	137	28	27	31	33	32
Volts	75	57	91	90	50	44	48	47	51
Ampères	1,74	1,38	0,70	0,65	1,77	1,59	1,55	1,47	1,76
Kilogrammètres	13,28	7,94	6,50	5,91	8,95	7,09	7,62	7,06	9,67
Intensité moyenne sphérique	2,80	1,25	1,57	1,36	1,64	1,16	2,19	1,16	2,32
Carcels par cheval d'arc	15,89	12,42	18,12	15,29	13,74	12,61	21,55	12,92	22,22

» Quoique les deux séries d'expériences aient été faites dans un esprit et par des procédés entièrement différents, on remarquera combien les chiffres se rapprochent les uns des autres, de manière à caractériser nettement chacun des quatre systèmes de lampes par les données électriques qui leur conviennent.

» Cette concordance paraîtra encore plus manifeste si l'on fait ressortir que l'effet utile devient de plus en plus favorable à mesure que l'on tend à produire une plus grande intensité photométrique. On en jugera surtout par les trois colonnes consacrées à la lampe Swan, qui passe ainsi, pour une intensité double, de 13 à 19 carcels par cheval d'arc.

» D'une manière générale et pour l'intensité moyenne sphérique de 1,20 carcel, qui est tout à fait pratique, on ne peut compter que sur un

(¹) Les chiffres de cette colonne proviennent des expériences faites par la Commission spéciale sur des lampes dont l'intensité à 45° avait été portée à 32 bougies.

éclairage effectif de 12 à 13 carcels par cheval d'arc, ou environ 10 carcels par cheval de travail mécanique, au moyen des lampes à incandescence.

» Les bougies électriques fournissent 40 carcels par cheval d'arc, les régulateurs à peu près 100 carcels, en sorte que, d'une manière générale, on peut dire que les valeurs économiques des trois systèmes sont à peu près comme les nombres 1, 3 et 7, étant, d'ailleurs, observé que, pour chacun des systèmes, les foyers les plus intenses sont toujours les plus favorables sous ce rapport. »

THERMOCHIMIE. — *Recherches sur l'iodure de plomb;* par M. **Berthelot.**

« 1. Dans le cours de mes recherches sur les sels doubles qui dérivent des sels haloïdes métalliques, j'ai fait quelques observations sur l'iodure de plomb et sur ses sels doubles, recherches qu'il paraît utile de publier.

» 2. J'ai obtenu deux iodures doubles, répondant à deux corps signalés, l'un par P. Boullay, l'autre par M. Ditte, mais avec des quantités d'eau différentes. On les prépare en dissolvant à chaud l'iodure de plomb dans une solution aqueuse concentrée d'iodure de potassium. Le premier refroidissement laisse déposer un iodure formé à équivalents égaux : PbI, KI, 2HO; c'est un sel cristallisé, d'un jaune très pâle. En voici l'analyse :

	Première préparation.	Deuxième préparation.		Calculé.
I	61,0	61,0	61,2	61,2
Pb	24,8	»	24,9	25,0
K	9,9	»	»	9,4
Eau	4,5	»	»	4,3
	100,2			100,0

» A une température plus basse, ou par évaporation lente à froid des eaux mères, j'ai obtenu de longues et belles aiguilles, jaune pâle :

2KI, 3PbI, 6HO.

	Première préparation.	Deuxième préparation.	Troisième préparation.	Calculé.
I	58,8	58,0	58,0	58,9
Pb	28,3	28,2	29,2	28,8
K	7,1	7,2	7,3	7,3
HO	6,0	6,1	5,3	5,0
	100,2	99,5	99,8	100,0

» Ces deux sels se combinent entre eux et fournissent des composés intermédiaires, cristallisés d'une manière semblable. On remarquera que les proportions centésimales des éléments ne sont pas très différentes : ces éléments doivent donc être dosés tous individuellement.

» 3. En préparant ces sels, j'ai fait certaines remarques que je vais rapporter ici.

» L'iodure de plomb, délayé dans une solution d'iodure de potassium ($1^{éq} = 2^{lit}$), donne lieu d'abord à un léger abaissement de température ($-0°,01$ à $-0°,02$), suivi d'une élévation un peu supérieure ($+0°,02$ à $+0°,03$). Ceci semble indiquer qu'il y a d'abord dissolution, puis reprécipitation d'un sel double (Cf. Ditte, *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXIV, p. 227 à 230); mais ce dernier ne se produit ici qu'en très petite quantité, à cause de la dissociation (1).

» Une solution d'iodure de plomb saturé à froid ($0^{gr},5$ au litre) est précipitée immédiatement, si l'on y ajoute quelques gouttes d'une solution étendue d'iodure de potassium ($1^{éq} = 2^{lit}$) ou d'acide iodhydrique ($1^{éq} = 2^{lit}$) : le précipité exige beaucoup d'eau pour se redissoudre. Ceci rappelle la précipitation bien connue du chlorure de plomb dissous dans l'eau par l'acide chlorhydrique même étendu ($1^{éq} = 2^{lit}$), mais avec plus de sensibilité pour l'iodure. Le chlorure de potassium étendu ne précipite pas la solution du chlorure de plomb. De même le bromure de plomb dissous dans l'eau est précipité par l'acide bromhydrique ($1^{éq} = 2^{lit}$), mais non par le bromure de potassium étendu.

» 3. J'ai mesuré le chaleur de formation de ces deux sels doubles, tant anhydres qu'hydratés, en les traitant par 30 à 40 fois leur poids d'eau. L'iodure de potassium se dissout ainsi, tandis que l'iodure de plomb reste insoluble. Cependant, en réalité, une trace d'iodure de plomb entre en disso-

(1) Dans la préparation de l'iodure double de plomb et de potassium, il convient de se tenir en garde contre les impuretés de l'iodure de plomb. En effet, j'ai observé que les échantillons d'iodure de plomb, vendus comme purs dans le commerce, sont presque tous impurs, et renferment de l'oxyiodure ou des sels doubles, circonstance que leur bel aspect cristallin et leur teinte normale ne conduirait pas à soupçonner. Voici des analyses faites sur des échantillons fournis par deux fabricants différents et soigneux :

	Trouvé.		Calculé.
I	52,0	54,2	55,1
Pb	45,9	44,8	44,9
Oxygène, etc.	2,1	1,0	0,0

lution, tandis qu'une petite quantité d'iodure de potassium demeure dans le précipité. Mais les expériences directes, exécutées en faisant agir la même proportion d'eau pure, ou d'eau renfermant une dose identique d'iodure de potassium, sur l'iodure de plomb, n'ont donné que des effets thermiques presque inappréciables (voir plus haut) : ce qui permet de négliger cette cause d'erreur. En définitive, j'ai trouvé :

Premier sel :

KI, PbI, 2HO ($1^p + 40^p$ d'eau) + eau, à 17°,5	− 7,82
KI, PbI anhydre (récemment desséché) + eau, à 17°,5......	− 5,51

» D'où il résulte, en tenant compte de la chaleur de dissolution de l'iodure de potassium, soit $-5,07 + 0,0360\,(t - 18^\circ)$ pour KI = 166gr,1 :

KI, PbI + 2HO liquide = KI, PbI, 2HO cristallisé	+ 2,31
Id. Eau solide..................................	+ 0,88
KI + PbI + 2HO solide = KI, PbI, 2HO cristallisé	+ 1,29
KI + PbI = KI, PbI anhydre	+ 0,42

Deuxième sel :

2KI, 3PbI, 6HO + eau, à 17°,7	− 15,82
2KI, 3PbI récemment desséché	− 9,64

D'où il résulte :

2KI, 3PbI + 6HO liquide = 2KI, 3PbI, 6HO	+ 6,18
Id. Eau solide..................................	+ 1,9
2KI + 3PbI + 6HO solide = 2KI, 3PbI, 6HO	+ 1,4
2KI + 3PbI = 2KI, 3PbI	− 0,5

» 4. La formation du premier sel double est exothermique, tant à l'état anhydre qu'à l'état d'hydrate; tandis que la formation du second sel double est exothermique seulement à l'état d'hydrate, mais endothermique à l'état anhydre. En d'autres termes, le sel double ne peut être formé directement qu'à l'état d'hydrate, l'énergie nécessaire à sa constitution étant empruntée à la chaleur d'hydratation. Mais le composé hydraté une fois formé, la séparation de l'eau se fait en reprenant une moindre dose de chaleur, conformément au mécanisme général qui préside à la formation des combinaisons endothermiques par voie de double décomposition, et plus généralement aux dépens de l'énergie introduite par une réaction chimique auxiliaire.

» On voit par là que le sel double, une fois déshydraté, doit être instable,

ses composants se reproduisant peu à peu : précisément comme il arrive pour les sels doubles formés par fusion, ainsi que pour l'iodure double de mercure et de potassium et divers composés analogues, stables au contraire sous la forme d'hydrates. »

CHIMIE. — *Sur la décomposition du cyanogène.* Note de M. **Berthelot.**

« 1. En général, les décompositions exothermiques susceptibles de devenir explosives n'acquièrent cette propriété qu'à partir d'une certaine température, la réaction étant progressive aux températures inférieures, mais de plus en plus accélérée à mesure que la température s'élève. C'est ce que montrent, par exemple, mes expériences sur l'oxalate d'argent, sur l'azotate d'ammoniaque, etc. J'ai cherché à manifester cette transition pour le cyanogène, et mes essais jettent, je crois, quelque lumière sur le phénomène.

» 2. J'ai montré en effet, il y a quelque temps, que le cyanogène, gaz décomposable avec dégagement de chaleur en ses éléments (-37300^{cal} pour $C^2Az = 26^{gr}$), devient explosif sous l'influence du choc brusque du fulminate : sans doute à cause de la très haute température développée par la destruction des premières couches de cyanogène atteintes par le choc, température et conditions dans lesquelles l'onde explosive peut prendre naissance et se propager.

» Au contraire, l'échauffement opéré par passage à travers un tube rouge ne détermine qu'une décomposition lente, et il en est de même d'une série d'étincelles électriques, produites à l'aide des interrupteurs ordinaires et agissant sur le cyanogène.

» 3. J'ai tâché d'abord d'accélérer la décomposition en l'exécutant par le moyen d'un flux d'étincelles presque continu, à l'aide d'une forte bobine de Ruhmkorff et du nouvel interrupteur de M. Marcel Deprez.

» En raison de la résistance du cyanogène, il a fallu rapprocher beaucoup les deux fils placés dans le gaz : il s'est produit entre eux une sphère lumineuse, extrêmement éclatante, entourée d'une auréole qui attestait l'étendue plus grande de la masse gazeuse atteinte et décomposée. Cependant la décomposition du cyanogène n'a pas pris le caractère explosif.

» Au bout d'une heure, il restait 20 centièmes de cyanogène; après deux heures, une trace encore; après trois heures seulement, le cyanogène avait complètement disparu, en laissant du carbone solide et un volume

d'azote égal à celui du gaz primitif [1]. La décomposition demeure donc lente dans ces conditions; sans doute parce que la quantité de matière décomposée à chaque instant est trop faible pour que la chaleur dégagée par elle puisse compenser les effets du refroidissement.

» 4. On approche davantage du but au moyen de l'arc électrique, produit entre deux crayons de charbon de cornue.

» L'arc, en effet, décompose le cyanogène, tandis qu'il n'en produit point au moyen de l'azote libre et du carbone pur; pas plus que ne le fait l'étincelle. Il suffira que le charbon soit hydrogéné, ou bien qu'un composé hydrogéné soit présent, pour voir apparaître l'acide cyanhydrique; j'ai signalé cette action de l'arc électrique, aussi bien que celle de l'étincelle, dès l'origine de mes recherches sur la synthèse de l'acide cyanhydrique par l'azote libre et l'acétylène. Elle explique la formation de ce mélange irritant de vapeurs nitreuses et cyaniques, qui se manifeste dans l'éclairage électrique au moyen de l'arc, produit à l'air libre.

» Vient-on à faire jaillir l'arc électrique au sein d'une atmosphère de cyanogène, la décomposition de ce gaz devient extrêmement rapide. Les deux crayons étant placés sur une même verticale, le pôle négatif en haut, on voit aussitôt le carbone, précipité du cyanogène, s'élever en longues colonnes floconneuses tout autour du pôle négatif, auquel ces flocons demeurent en partie attachés; tandis qu'une autre portion retombe et une autre se dépose sur le verre en couche miroitante. Le pôle positif, au contraire, conserve sa netteté. Il semble, à voir ces phénomènes, que nous soyons tout près du terme auquel une réaction plus intense déterminerait, à la façon du fulminate, la décomposition explosive du cyanogène. »

OPTIQUE. — *Recherches relatives à la vision des couleurs.*
Note de M. **Chevreul.**

« M. Chevreul entretient l'Académie de l'état où se trouve actuellement la publication concernant la vision depuis février de l'année 1878, où il a commencé ses études sur la vision des *couleurs matérielles en mouvement de rotation.*

» 1° Ses premières recherches à ce sujet sont imprimées dans le XLIe vo-

[1] Quand le cyanogène est sec et pur, il est détruit en totalité. Mais la moindre trace d'humidité suffit pour laisser subsister un peu d'acide cyanhydrique et d'acétylène, composés que l'étincelle ou l'arc forment, loin de les détruire jusqu'au bout.

lume des *Mémoires de l'Académie*, sous le titre de *Complément d'études sur la vision des couleurs*, comprenant 277 pages et 7 planches.

» 2° Ses secondes recherches le sont dans le XLIIe volume, sous le titre de *Mémoire sur la vision des couleurs matérielles en mouvement de rotation et des vitesses numériques de cercles dont une moitié diamétrale est colorée et l'autre moitié blanche, vitesses correspondant à trois périodes de leur mouvement à partir de l'extrême vitesse jusqu'au repos.*

» Elles sont entièrement imprimées dans le XLIIe volume des *Mémoires de l'Académie* qui n'a pas paru; elles comprennent 310 pages et 19 planches.

» 3° Le dernier opuscule a pour titre : *Considérations générales sur les méthodes scientifiques et applications à la méthode* a posteriori *de Newton et à la méthode* a priori *de Leibnitz;* elles comprennent soixante-treize pages.

» Je passe à une réflexion que je fis dans l'avant-dernière séance, relative à l'observation d'une formation de l'*acide butyrique* dans une circonstance nouvelle, par MM. Dehérain et Maquenne.

» A cette occasion, je dis avoir remarqué, non la formation de cet acide, mais le développement de l'odeur butyrique dans un produit du guano renfermant l'acide *avique* que j'avais découvert dans le suint de mouton plusieurs années avant 1871, et que je reconnus, cette même année 1871, dans une peau d'albatros munie de ses plumes.

» Mes recherches sur la cause du développement de l'odeur butyrique se liant à ma méthode de recherche, je profite de l'occasion pour établir la différence existant entre la *Chimie* dite *organique* et le Cours de *Chimie appliquée aux corps organiques,* que je professe depuis trente ans et plus au Muséum d'Histoire naturelle.

» Avec ma conviction profonde de l'inconvénient qu'il y a dans l'analyse immédiate d'une matière provenant d'un être vivant ou d'un être qui a vécu, j'ai apporté la plus grande réserve à me prononcer sur la question de savoir si une matière extraite par des procédés chimiques d'un corps organisé y existait dans l'état où elle en avait été séparée par des moyens qui n'en avaient pas changé la composition, et c'est cette réserve qui me fait suspendre la publication d'un procédé au moyen duquel on peut reconnaître la présence dans une matière organique, telle que le *guano* par exemple, de l'*azotate d'ammoniaque* et de l'*azotate de potasse*.

» Qu'on veuille bien comprendre l'importance que j'attache à la solution de la question que j'élève, parce qu'elle concerne la distinction d'après

laquelle existe la chaire de Chimie du Muséum où je professe la *Chimie appliquée aux corps organiques*, enseignement tout à fait distinct de ce qu'on doit entendre aujourd'hui par *Chimie organique*.

» J'ai toujours considéré la *Chimie organique* comme devant un jour se confondre dans la *Chimie générale*, parce que, à mon sens, la *Chimie* est caractérisée essentiellement par la distinction de la *matière* en *types* définis par leurs *attributs* ou *propriétés*, que j'ai réparties en trois ordres, les *propriétés physiques*, les *propriétés chimiques* et les *propriétés organoleptiques*, que je me suis efforcé, de 1818 à 1826, de faire entrer dans la Science. *Tout type, appelé* ESPÈCE CHIMIQUE, *est caractérisé par un ensemble* de propriétés *qui n'appartient qu'à lui*.

» La conséquence de cette définition est que *toute espèce chimique*, définie exactement par un ensemble de propriétés qui n'appartient qu'à elle, appartient à la *Chimie générale*, quelle qu'en soit l'origine. Si elle est minérale, elle peut avoir été formée par la voie sèche ou humide; si elle est d'origine organique, elle peut se trouver dans un être vivant, soit qu'elle ait été prise au monde extérieur, soit qu'elle ait été formée dans l'être vivant; enfin, l'espèce chimique peut avoir été produite dans le végétal ou dans l'animal, sans que cette espèce ait été trouvée encore dans le monde extérieur, y compris le laboratoire de Chimie.

» Deux époques bien distinctes existent dans les sciences que l'on a désignées longtemps par l'épithète de *descriptives*: telles sont la *Botanique* et la *Zoologie*; ajoutons-y la *Minéralogie*, tant qu'elle a été étrangère à la Chimie; car, quelle que soit l'importance de la *cristallographie*, celle-ci était *insuffisante*, et la preuve en est que le plus célèbre des cristallographes confondait encore le *mispickel* avec le fer *sulfuré blanc*, lorsque la science chimique avait prononcé que le *mispickel* équivalait à *arsenic* + *protosulfure de fer*, et le fer sulfuré blanc, à *soufre* + *protosulfure de fer*, identique à la composition du fer sulfuré jaune.

» Évidemment la Minéralogie, y compris la cristallographie, ne pouvait exister sans l'intervention de la Chimie.

» Si nous passons aux Sciences naturelles, comprenant les êtres vivants, la *Botanique*, le *monde végétal*, et la *Zoologie*, le *monde animal*, nous aurons *deux sciences descriptives* qui ont pu conserver plus longtemps leur épithète de *descriptives* que la Minéralogie, précisément à cause de leur plus grande complexité. Mais, du moment où l'*Anatomie* est intervenue, et plus tard la *Physiologie* avec la *Physique* et la *Chimie*, l'influence de la *méthode qualifiée*

de naturelle s'est fait sentir sur les naturalistes, en même temps que le nom des de Jussieu a atteint le rang suprême en Botanique.

» Mais, pour être exact, je ne puis me défendre de rappeler qu'Aristote, dans son *Traité des animaux,* avait imaginé une *classification* qui se rapprochait bien plus de la méthode naturelle que la classification que son disciple Théophraste appliqua au règne végétal. Pour être juste, une remarque est indispensable, c'est que la méthode naturelle, en Botanique, partait de l'*espèce* et ne dépassait pas la *famille.*

» Il en est tout autrement en *Zoologie :* l'*homme* existe, et, comme *espèce perfectible* au degré où elle est parvenue de nos jours, on peut dire, sans sortir du domaine des faits, qu'aucune autre espèce animale vivante ne lui est comparable; mais cette proposition, énoncée pour être vraie, demande quelques éclaircissements. En applaudissant de nouveau à la sublime image de Pascal, représentons l'espèce humaine par un homme unique marchant sans cesse et apprenant chaque jour davantage : reconnaissons que l'*homme* dit *complet* n'existe pas, car il serait *divin;* reconnaissons que, si l'histoire a des devoirs à remplir, c'est de voir de temps en temps si les contemporains n'ont pas toujours été justes à l'égard d'hommes modestes qui devancèrent leur temps et dont le génie fut méconnu de leurs contemporains. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de présenter une liste de candidats à la place d'Associé étranger, laissée vacante par le décès de M. *Wöhler*.

Cette Commission doit se composer de trois Membres pris dans les Sections de Sciences mathématiques, de trois Membres pris dans les Sections de Sciences physiques, et du Président de l'Académie actuellement en exercice.

MM. Bertrand, Faye, Hermite, Dumas, Wurtz, H.-Milne Edwards réunissent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

HYDROGRAPHIE. — *Sur le rapport de l'action lunaire à l'action solaire dans le phénomène des marées.* Mémoire de M. HATT, présenté par M. Yvon Villarceau. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Faye, Bertrand, Villarceau.)

« D'après la théorie mathématique des marées, établie par Laplace [1], l'action de la Lune et celle du Soleil sur l'Océan sont représentées par des formules identiques, dans lesquelles les seules variables dépendant des astres sont la masse, la distance à la Terre et la position dans le ciel. En supposant que le Soleil et la Lune fussent au même point du ciel, le rapport de leurs actions serait, pour les trois ondes principales, donné par la formule

$$e = \frac{L'}{r'^3} : \frac{L}{r^3},$$

ou L et L' sont les masses, r et r' les distances à la Terre, du Soleil et de la Lune.

» En introduisant dans cette formule les valeurs numériques des masses et des distances moyennes des deux astres, on trouve pour e la valeur 2,16 environ. A l'époque des premières recherches de Laplace sur les marées, une connaissance imparfaite de ces valeurs numériques, et en particulier de la masse de la Lune, pouvait faire admettre, pour e, une valeur voisine de 3, ce qui fournissait un accord assez satisfaisant de la théorie et de l'observation, laquelle avait montré que la marée lunaire est environ trois fois plus considérable que la marée solaire.

» Préoccupé de vérifier la loi de la pesanteur universelle, Laplace s'était proposé de faire servir les observations de la marée à la détermination de la masse de la Lune. Quoiqu'il eût admis la possibilité d'une déviation de la loi théorique sous l'influence des circonstances locales, ses premières vérifications n'ont fait que confirmer les prévisions du calcul, au point de vue de la valeur du rapport des actions; la conclusion de ces recherches, exposées dans le Chapitre IV du Livre IV, est que la valeur 2,97 trouvée pour e donne une vérification très satisfaisante de la masse de la Lune.

---

[1] *Mécanique céleste*, Liv. I, Chap. VIII; Liv. IV, Chap. I et suivants.

» Une connaissance plus approfondie des éléments de notre satellite a dû montrer, dans la suite, à Laplace l'inexactitude de cette conclusion et l'impossibilité de considérer, comme une vérification, ce résultat de la discussion des observations faites à Brest au commencement du XVIII[e] siècle. Sur sa demande, de nouvelles observations furent faites et continuées à Brest, à partir de 1806. Le Chapitre XIII de la *Mécanique céleste* nous présente la discussion d'une période de quinze années de ces observations, basée sur l'hypothèse développée lors des premières recherches. Si les eaux recouvraient uniformément le globe terrestre, le rapport des actions serait le rapport qu'indique la théorie; la présence des continents, l'irrégularité de leur distribution, tout ce que Laplace nomme les *circonstances locales* doit altérer ce rapport. Pour définir, à peu près, ces circonstances, Laplace s'est servi de comparaisons empruntées au phénomène de la propagation des ondes dans les canaux. En considérant que la marée théorique se développe dans la masse de l'Océan et que nous ne recevons, dans nos ports, que la marée dérivée, venue par un ou plusieurs bras de mer, Laplace montre que le rapport des actions de la Lune et du Soleil pourra être altéré dans des limites très considérables, suivant le nombre, la longueur des divers canaux et la position de leurs embouchures. Les *circonstances locales* font que le coefficient B, par lequel on multiplie la quantité $\frac{L}{r}$ pour obtenir la demi-amplitude de la marée, n'est pas le même pour la Lune et pour le Soleil; en l'absence de toute donnée précise, Laplace admet que la différence de ces coefficients est proportionnelle à la différence des mouvements des deux astres en ascension droite; c'est sur cette base et sur une hypothèse analogue, concernant la différence de phase des deux ondes, qu'est édifiée la vérification de la loi de la pesanteur universelle, fournie par l'observation de la marée.

» Comme résultats de cette discussion, Laplace obtient la valeur du rapport effectif des marées lunaire et solaire, et la valeur de la quantité qui, théoriquement, doit être égale à e. Le chiffre 2,35 trouvé pour cette quantité, quoique plus rapproché de la réalité, est encore trop fort: l'observation ne vient donc pas confirmer l'hypothèse de Laplace, et l'effet des circonstances locales, s'il y a lieu d'en tenir compte, est d'altérer le rapport des coefficients des actions lunaires et solaires, suivant une loi différente de celle qui a été admise.

» Il semble que, en dehors même de toute considération analogue, l'aug-

mentation de l'action lunaire doive être *de règle*, dans les conditions théoriques les plus simples de la manifestation de la marée. Cette augmentation tient d'une manière générale à la durée du jour lunaire, qui dépasse, de cinquante minutes environ, celle du jour solaire; la période d'action de la Lune étant plus grande que celle du Soleil, le mouvement provoqué dans la masse des eaux doit être plus considérable, relativement, qu'il ne résulte de la distance et de la masse de la Lune, comparées à la distance et à la masse du Soleil. Les équations générales du mouvement d'oscillation de la mer ne permettent pas la mise en évidence de cette augmentation; car on est obligé, pour les rendre accessibles aux calculs, de négliger le mouvement propre de l'astre.

» La Note que nous avons l'honneur de présenter à l'Académie démontre cette prépondérance de l'action lunaire dans deux cas très simples : celui d'un point matériel isolé, soumis à l'action d'un astre parcourant uniformément l'équateur céleste, et celui d'une masse d'eau limitée, renfermée dans un canal entourant l'équateur terrestre.

» Dans le premier cas, le rapport des élongations maxima du point matériel, dues aux actions lunaires et solaires, a pour expression

$$e\frac{\omega'^2}{\omega^2},$$

ω' et ω désignant les vitesses angulaires apparentes dans le mouvement diurne de la Lune et du Soleil.

» Dans le deuxième cas, le rapport des amplitudes des marées lunaires et solaires a pour expression

$$e\frac{R^2\omega'^2 - h_0 g}{R^2\omega^2 - h_0 g},$$

R désignant le rayon de la Terre, h_0 la profondeur du canal, g l'intensité de la pesanteur. Ce rapport augmente avec la profondeur et tend vers la première expression, quand cette profondeur devient très faible.

» Les équations du mouvement d'oscillation d'une masse d'eau renfermée dans un canal peuvent encore montrer l'influence de la réflexion des ondes sur le mode de manifestation de la marée. Les véritables circonstances locales pouvant modifier d'une manière indépendante les amplitudes et les heures des marées lunaires et solaires sont probablement d'une nature analogue; il est vraisemblable qu'un bassin très large,

et d'une profondeur comme celui de l'océan Atlantique, se suffit à lui-même. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Études chimiques sur la betterave à sucre dite betterave blanche de Silésie.* Note de M. **H. Leplay.**

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

De l'absorption du bicarbonate d'ammoniaque contenu dans le sol par les radicules de la betterave et sa transformation en produits azotés contenus dans les différentes parties de la betterave en végétation. Formules et équations chimiques qui représentent et expliquent cette transformation organique.

« Il résulte des faits et des observations contenus dans ce Mémoire que les principes azotés répandus dans les différentes parties de la betterave, tels que l'albumine, l'acide azotique à l'état d'azotate de potasse, paraissent provenir directement de la transformation organique du bicarbonate d'ammoniaque contenu dans le sol et absorbé par les radicules; la formation de l'acide azotique et même de l'acide azoteux que l'on rencontre dans les parties de la betterave paraît la conséquence inévitable de la formation de l'albumine, comme l'établissent les formules et l'équation suivantes :

$$40(C^2O^4, AzH^3) = 2(C^{40}Az^5H^{31}O^{12}) + 15(AzO^5) + (AzO^3) + 58(HO) + Az^{14}.$$

» Le jus de betterave n'étant jamais acide dans la betterave, l'acide azotique ne s'y rencontrant qu'en combinaison avec la potasse et la potasse n'ayant pénétré dans la betterave par les radicules qu'à l'état de bicarbonate, la réaction chimique qui donne naissance à l'albumine et à l'acide azotique, à l'état d'azotate de potasse, doit se produire selon l'équation

$$40(C^2O^4AzH^3) + 16(C^2O^4, KO) = 2(C^{40}Az^5H^{31}O^{12}) + 58(HO) + 15(AzO^5, KO) + (AzO^3, KO) + 32(CO^2) + Az^{14}.$$

» Les forces mises en jeu dans les réactions chimiques qui donnent naissance aux acides végétaux et aux tissus sont essentiellement différentes des forces mises en jeu dans la formation organique des principes azotés. Ainsi, tandis que, dans l'organisation des acides végétaux et des tissus, les forces mises en jeu pour former la molécule organique peuvent se résumer 1° à la réduction de l'acide carbonique; 2° à la condensation ou à l'assimilation du carbone; 3° à l'assimilation des éléments de l'eau, dans les mêmes proportions que dans l'eau; 4° à l'élimination de l'oxygène non

utilisé : dans l'organisation des matières azotées, au contraire, 1° il n'y a pas de réduction d'acide carbonique ; 2° il n'y a pas de condensation de carbone ; 3° il n'y a pas d'assimilation des éléments de l'eau, mais au contraire élimination des éléments de l'eau ; 4° il n'y a pas dégagement d'oxygène non utilisé, mais au contraire assimilation d'oxygène.

» Les réactions chimiques qui se produisent sous l'influence de la végétation entre ces différents principes du sol, bicarbonate de potasse et bicarbonate d'ammoniaque, se prêtent donc un mutuel appui et sont indispensablement complémentaires l'une de l'autre ; ainsi l'organisation des acides végétaux et des tissus, au moyen du bicarbonate de potasse et de chaux, fournit à l'organisation des matières azotées l'oxygène et la potasse qui manquent à la transformation du bicarbonate d'ammoniaque en albumine et en azotate de potasse ; tandis que l'organisation des matières azotées fournit à l'organisation des tissus et des acides végétaux les éléments de l'eau à l'état naissant qu'elle ne trouve pas dans les bicarbonates de potasse et de chaux.

» Les réactions chimiques qui s'accomplissent dans ces divers cas peuvent être représentées par les formules et les équations suivantes :

» 1° Formation des tissus, de l'albumine, de l'azotate et de l'azotite de potasse :

$$\begin{aligned}40(C^2O^4, AzH^3) + 26(C^2O^4, KO) + 2(C^2O^4CaO) \\ = 2(C^{40}Az^5H^{31}O^{12}) + 2(C^{12}H^{10}O^{10}CaO) + 24(AzO^5, KO) + 2(AzO^3KO) \\ + 38(HO) + \underbrace{32(CO^2) + Az^4}_{\text{Non utilisés.}}\end{aligned}$$

» 2° Formation de l'oxalate de potasse, de l'albumine et de l'azotate de potasse :

$$\begin{aligned}20(C^2O^4, AzH^3) + 9(C^2O^4, KO) \\ = C^{40}Az^5H^{31}O^{12} + C^2O^3, KO + 8(AzO^5, KO) + 29(HO) + \underbrace{16(CO^2) + Az^7}_{\text{Non utilisés.}}\end{aligned}$$

» 3° Formation de l'acétate de potasse, de l'albumine et de l'azotate de potasse :

$$\begin{aligned}20(C^2O^4, AzH^3) + 13(C^2O^4, KO) = C^{40}Az^5H^{31}O^{12} + 2(C^4O^3H^3, KO) \\ + 11(AzO^5, KO) + 23(HO) + \underbrace{18(CO^2) + Az^4}_{\text{Non utilisés.}}\end{aligned}$$

» 4° Formation du malate de potasse, de l'albumine et de l'azotate de potasse :

$$20(C^2O^4, AzH^3) + 10(C^2O^4, KO) = C^{40}Az^5H^{31}O^{12} + (C^4H^2O^4, KO) + 9(AzO^5, KO) + 27(HO) + \underbrace{16(CO^2) + Az^6}_{\text{Non utilisés}}.$$

» 5° Formation du tartrate de potasse, de l'albumine, de l'azotate et de l'azotite de potasse :

$$20(C^2O^4, AzH^3) + 13(C^2O^4, KO) = C^{40}Az^5H^{31}O^{12} + 2(C^4H^2O^5, KO) + 8(AzO^5, KO) + 3(AzO^3KO) + 25(HO) + \underbrace{18(CO^2) + Az^4}_{\text{Non utilisés}}.$$

» Dans les diverses réactions représentées par les formules et les équations ci-dessus entre le bicarbonate d'ammoniaque et le bicarbonate de potasse qui donnent naissance aux différents acides végétaux qui peuvent se rencontrer dans la betterave, la quantité de bicarbonate d'ammoniaque utilisée est toujours la même; la quantité d'albumine formée ne change pas non plus; la quantité de bicarbonate de potasse utilisée seule varie et donne naissance, selon la quantité utilisée, à des acides végétaux de nature différente et à des quantités variables d'azotate et d'azotite de potasse, d'eau et de résidu non utilisé, acide carbonique et azote. Ainsi

20éq	bicarbonate	d'ammoniaque	+ 9éq	bicarbonate	de potasse donnent	.....	1éq oxalate
20	»	»	+ 13	»	»	.....	2éq acétate
20	»	»	+ 10	»	»	.....	1éq malate
20	»	»	+ 13	»	»	.....	2éq tartrate

» Tous les éléments qui entrent dans la composition du bicarbonate d'ammoniaque et du bicarbonate de potasse et de chaux contenus dans le sol et absorbés par les radicules se retrouvent dans les betteraves sous forme de tissus, de sels à acides végétaux, d'albumine, d'azotate et d'azotite de potasse, d'eau, d'acide carbonique et d'azote.

» Ces formules et ces équations représentent donc exactement, d'un côté, les principes du sol mis en œuvre par la végétation pour donner naissance aux tissus et aux produits organiques contenus dans la betterave, le sucre excepté.

» Il peut arriver que les circonstances ne soient pas toujours favorables à la réalisation complète de la transformation organique des principes du sol en produits organiques indiqués dans les formules ci-dessus; alors il

pourra se former des principes organiques secondaires, tels que l'asparagine, etc., mais ces produits ne sont que des déviations des produits principaux et ne doivent être considérés que comme une exception, quoique leur formation procède des mêmes principes et donne lieu à des réactions analogues. Ainsi l'asparagine peut être expliquée par la formule suivante :

$$4(C^2O^4, AzH^3) + 2(C^2O^4, KO) = C^8Az^2H^8O^6 + 4(HO) + 2(AzO^3KO) + 4(CO^2). »$$

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Dépôts électrochimiques de couleurs variées, produits sur des métaux précieux, pour la bijouterie.* Note de M. **Fr. Weil.**

(Commissaires : MM. Fizeau, Ed. Becquerel, Fremy, Du Moncel.)

« Dans la séance du 5 décembre 1881, j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie une Note sur les perfectionnements que j'avais apportés à mes procédés de *polychromisation* des métaux. A cette Note, étaient joints un certain nombre d'objets, en cuivre, en fer ou en acier, sur lesquels j'avais déposé, par des procédés électrochimiques, des couches métalliques de diverses couleurs.

» J'ai l'honneur de mettre aujourd'hui sous les yeux de l'Académie des bijoux en or et en argent polychromisés industriellement, au moyen de mes procédés, par M. Alphonse Trélat, bijoutier, auquel j'ai accordé une licence.

» Ces colorations, d'une valeur artistique incontestable, résistent sans s'altérer au frottement, à l'action de l'air sec ou humide, à l'air vicié par l'hydrogène sulfuré et par le gaz d'éclairage, ainsi qu'à la lumière. »

M. **Edm. Becquerel**, à l'occasion de la Communication précédente concernant les colorations obtenues au moyen d'oxydes de cuivre, rappelle les recherches de son père relativement à la coloration des métaux à l'aide de lames minces d'oxydes de plomb et d'oxydes de fer [1]. M. A.-C. Becquerel a montré non seulement que l'on peut obtenir des nuances très

(1) *Comptes rendus*, t. XVII, p. 1 et 53 (1843) et t. XVIII, p. 197 (1844). Becquerel, *Traité d'Électrochimie*, 2e édit., p. 490 et *Traité d'Électricité*, en trois volumes, t. II.

brillantes et de toutes couleurs au moyen de lames minces de ces oxydes, mais encore, qu'en augmentant l'épaisseur de ces couches d'oxydes, on peut préserver les métaux oxydables de toute altération ultérieure.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur un* sulfocarbomètre, *destiné à déterminer les quantités de sulfure de carbone contenues dans les sulfocarbonates alcalins.* Note de MM. **Alf. Gélis** et **Thommeret-Gélis.**

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« M. Gélis, dont les chimistes déplorent la perte récente [1], avait eu l'idée d'utiliser la réaction des bisulfites de soude ou de potasse sur les sulfocarbonates alcalins pour analyser ces produits : il pensait que, en mettant en contact les deux réactifs dans un appareil fermé, muni d'un tube gradué, on pourrait utiliser les différences de densité qui existent entre le sulfure de carbone et les mélanges plus ou moins aqueux qui le renferment, pour mesurer la colonne de sulfure de carbone mis en liberté et en déduire le poids de sulfure de carbone que contenait le sulfocarbonate soumis à l'expérience. En partant de cette idée, nous avons fait construire deux appareils.

» Dans l'un, le sulfure de carbone se condense à la partie inférieure. Pour arriver à ce résultat, on doit préalablement étendre de beaucoup d'eau le bisulfite. L'inconvénient de cette méthode est de précipiter, en même temps que le sulfure de carbone, les matières en suspension, ce qui diminue l'exactitude du résultat.

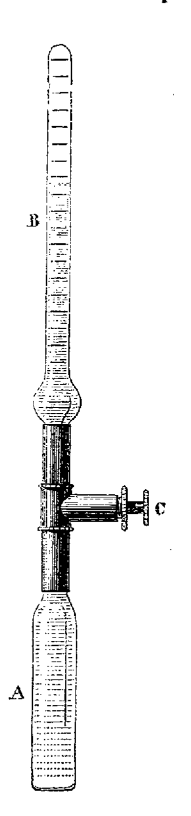
» Dans l'autre appareil, au contraire, le sulfure de carbone vient se condenser à la partie supérieure. En voici la description.

» L'appareil se compose de deux parties : 1° un flacon de verre inférieur A, d'une contenance de 80^{cc} environ, qu'on remplit d'une solution de bisulfite de soude ou de potasse à 35° de Baumé ; le col de ce flacon porte une garniture de métal, munie d'un pas de vis ; 2° une partie supérieure B, composée d'une boule surmontée d'un tube fermé et gradué en centimètres cubes et dixièmes de centimètre cube : on y verse 50^{gr} du sulfocarbonate à examiner. Cette partie B est munie d'une garniture de métal, qui peut se visser sur le pas de vis de la partie A, et qui porte en outre un robinet C.

---

(1) Cette Note est adressée par MM. Alfred Gélis et Thommeret-Gélis, fils et gendre de feu M. Gélis.

» Lorsque le sulfocarbonate a été introduit, on ferme le robinet et l'on visse les deux parties l'une sur l'autre, de manière à fermer hermétiquement. Alors on rouvre le robinet, ce qui permet aux liquides de se mélanger. Suivant que la réaction est trop prompte ou trop lente, on la



retarde ou on l'active en plongeant l'appareil dans l'eau froide ou dans l'eau chaude. La réaction est terminée lorsque le sulfocarbonate est complètement décoloré.

On n'a plus qu'à lire, sur le tube gradué, le nombre de centimètres cubes et de fractions de centimètre cube occupés par la colonne de sulfure de carbone, à multiplier ce nombre par la densité du sulfure de carbone 1,27 et à doubler le chiffre obtenu, pour avoir le poids en centièmes du sulfure de carbone contenu dans le sulfocarbonate soumis à l'analyse.

» Cette méthode nous paraît être la meilleure qu'on puisse employer pour l'analyse des sulfocarbonates. Nous nous proposons d'apporter à la construction de l'appareil quelques perfectionnements. Il pourra, nous l'es-

pérons, être mis entre les mains de tous les viticulteurs, et leur permettre de se rendre compte, sans études chimiques préalables, de la valeur des produits que l'industrie leur présente. »

VITICULTURE. — *Résultats des traitements effectués, en Suisse, en vue de la destruction du Phylloxera.* Lettre de M. **Valery Mayet** à M. Dumas.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Au mois de septembre dernier, vous avez bien voulu, au nom de la Commission de l'Académie, me charger d'une mission dans les vignobles de la Suisse. Cette mission avait pour but d'étudier sur les lieux les procédés employés dans la lutte contre le Phylloxera, l'efficacité plus ou moins grande de cette lutte et les conditions dans lesquelles on avait chance, en Suisse, de trouver l'œuf fécondé.

» Comme vous le savez, les vignobles suisses ne sont encore attaqués que sur deux points : Genève et Neuchâtel. Mon premier soin à Genève a été de me présenter chez MM. Favre et de Marignac, Correspondants de l'Académie, pour lesquels vous m'aviez remis des lettres expliquant le but de mon voyage.

» J'ai reçu de ces Messieurs le meilleur accueil; mis par eux en rapport avec les membres de la Commission fédérale et les experts fédéraux, je me suis immédiatement mis à l'œuvre. J'ai été ainsi guidé dans mes recherches par MM. le Dr Fatio, François Demole et Covelle. En dehors des Délégués officiels, d'excellents renseignements m'ont été donnés par M. le professeur Karl Vogt et M. Lunel, directeur du Muséum d'Histoire naturelle.

» Avant d'aborder le détail de mes études, je crois bon de retracer en quelques mots l'historique de l'invasion phylloxérique en Suisse et celui des traitements employés.

» *Le Phylloxera en Suisse.* — Le parasite, découvert pour la première fois à Pregny, près de Genève, en 1874, paraît avoir été introduit d'Angleterre dans les serres à raisins de la villa Rothschild. Ces serres sont situées entre le village de Pregny et le lac. Les terreaux épuisés, rejetés chaque hiver par les jardiniers et renfermant sans doute des radicelles phylloxérées, étaient pris depuis plusieurs années par différents propriétaires de vignes de Pregny, et c'est précisément chez ces propriétaires que le Phylloxera a été simultanément découvert. Le fait a été précisé par le Délégué de la France

au dernier Congrès de Berne, M. Max. Cornu, et est admis par tout le monde à Genève.

» Dès 1875, le sulfocarbonate de potassium était employé, sur votre conseil du reste et avec des produits expédiés à Genève par vos soins, puis on en venait bientôt à la destruction de la vigne elle-même sur les points attaqués. L'arrachage, suivi de la combustion au pétrole des souches, racines et échalas, fut le premier mode de destruction employé. Après l'opération, on répandait sur le sol une couche de chaux d'épuration du gaz et les repousses étaient arrosées à l'acide sulfurique.

» En 1877, à Chambezy-sous-Pregny, on employa l'acide sulfureux liquide fourni à un bon marché relatif (5^{fr} le kilogramme) par le procédé de M. Raoul Pictet. Ce traitement fut confié à M. Monnier, professeur de Chimie à l'Université. Reconnu bon, mais trop coûteux, on s'en tient, depuis 1878, au sulfure de carbone. L'acide sulfureux liquide n'est plus employé que pour la désinfection des outils et des chaussures des travailleurs. Le récipient est un simple siphon à eau de Seltz.

» Le sulfure de carbone est appliqué à haute dose, 300^{gr} par souche, en deux traitements de 150^{gr} chacun, à douze jours d'intervalle. La souche est tuée quatre-vingt-dix-neuf fois sur cent et les ceps qui repoussent sont toujours sur la lisière du point traité, c'est-à-dire indemnes du Phylloxera.

» A ce traitement énergique tous les êtres organisés succombent : escargots, lombrics, arachnides, insectes de tous genres, vignes, tout est mort, et je n'ai pu trouver un seul Phylloxera vivant non seulement aux racines, mais sous les écorces du collet de la souche.

» C'est surtout sur ce point que mes recherches ont été dirigées. Aucune autre partie souterraine du végétal n'offre en effet plus de contact avec l'air et plus de chances de préservation pour l'insecte.

» Les taches reconnues reçoivent ainsi un traitement d'extinction qui s'étend à cinq rangées de souches autour du point contaminé. On traite non pas en rond, mais en carré, pour que le nombre des pieds sacrifiés soit facile à calculer. Autour de la partie détruite, on examine plusieurs fois l'an, souche à souche, un carré de vigne de 50^{m}, ce qui amène parfois à visiter les racines de 25 à 30000 souches pour un seul point d'attaque. A Neuchâtel, pour deux points d'attaque, on visite chaque année 9^{ha} souche à souche, et 32^{ha} de dix souches en dix souches. Outre cela, des visites fréquentes sont faites dans tous les vignobles, surtout aux environs des points d'attaque.

» Ces visites, ainsi que les traitements, sont confiés aux commissaires cantonaux : M. Covelle, ingénieur pour le canton de Genève, et M. Roulet, inspecteur général des forêts pour le canton de Neuchâtel. Les propriétaires eux-mêmes deviennent d'excellents surveillants. Dans le canton de Vaud, l'autorité cantonale a été plus loin, trop loin selon moi. Tout propriétaire de vignes, sous peine d'une amende de 20 à 200^{fr}, est tenu de déchausser, chaque année, un cep par are pour en examiner les radicelles. L'arrêté est du 17 juin 1881; mais je doute fort que son exécution soit possible.

» Les dépenses de traitement extinctif, de visites, de surveillance et d'indemnité aux propriétaires sont payées, un tiers par la Confédération, un tiers par le canton et un tiers par le produit d'un impôt voté par le Conseil cantonal en Conseil d'État. Cet impôt, qui frappe exclusivement les propriétaires de vignes, est proportionné à la valeur des vignobles. Il varie entre 5^{fr} et 15^{fr} l'hectare. Il est perçu comme les autres impôts, sans aucune difficulté, et, ce qui est aussi à la louange de la population agricole de la Suisse, les agents chargés de la destruction des points phylloxérés n'ont jamais rencontré d'opposition sérieuse. La vigne contaminée devient momentanément propriété de l'État, on l'entoure d'un cordon soutenu par des échalas, on plante au milieu un drapeau rouge et un écriteau sur lequel il y a ces mots : *Vigne séquestrée*.

» L'indemnité est payée pendant deux ans. Pour la première année, elle consiste dans la valeur de la récolte sur pied, dans celle des souches et des échalas. Pour la seconde année, elle équivaut à la moitié de la récolte.

» Une phase intéressante de cette lutte énergique sera celle où, le fléau ayant disparu d'un point attaqué et détruit depuis plusieurs années, la replantation pourra être autorisée par le Conseil d'État.

» Dans le canton de Neuchâtel, un point traité en 1877, celui de Corcelle, se trouvera prochainement dans ce cas. Visité souche à souche depuis quatre ans, sur une surface de 2^{ha} autour du point détruit, on n'a rien pu y trouver de suspect. Malgré cela, l'autorisation de replanter ne sera probablement accordée qu'au printemps de 1883. Le délai d'un peu plus de cinq ans a été reconnu comme nécessaire par le Conseil fédéral.

» Est-ce à dire, par tous les détails que je viens de donner, qu'on soit complètement maître du fléau chez nos voisins? Certainement non. Le point d'attaque de Saint-Blaise (Neuchâtel), découvert en 1880, menace les vignes des bords du lac de Bienne. Celui de Valavran (Genève), décou-

vert en juillet dernier, à côté même de la campagne de M. le Dr Fatio, menace encore plus gravement celles du canton de Vaud; mais il n'en est pas moins vrai qu'au moyen d'une dépense annuelle de 50 à 60000fr, dépense payée en grande partie par les propriétaires intéressés, la Suisse lutte depuis sept ans, et qu'à l'heure qu'il est il n'y a pas plus de 15ha à 20ha de pris sur les milliers d'hectares de vignes qui couvrent les rives nord des lacs de Genève, de Neuchâtel et de Bienne. Les grands vignobles de Lausanne et Vevey sont indemnes et, si le fléau met vingt ans pour les envahir, on n'aura pas à regretter d'avoir dépensé, par an, l'intérêt d'un peu plus d'un million, pour conserver le même nombre d'années un capital dépassant un milliard.

» Il ne faut pas oublier que Pregny a encore les $\frac{4}{5}$ de ses vignes indemnes; or ce vignoble, qui est envahi depuis 1870 d'après les calculs du Dr Fatio, n'est traité que depuis 1874. Je conviens que le climat pluvieux de la Suisse et la nature du sol, composé de détritus glaciaires qui se fendillent peu, entravent la multiplication de l'insecte; mais nous avons en France des pays qui, comme sol et comme climat, peuvent être comparés à la Suisse française. D'un autre côté, il ne faut pas croire, comme je l'ai entendu soutenir, que la forme ailée est rare en Suisse. Depuis que M. Lieutaud, agent de la compagnie Paris-Lyon-Méditerranée, l'y a trouvée en 1881, MM. Fatio, Covelle, etc., l'ont constatée à plusieurs reprises en grand nombre dans les toiles d'araignée. Dans mes recherches personnelles, parmi les nombreux Phylloxeras morts que j'ai trouvés sur les racines des souches traitées, j'ai observé une quantité de nymphes fort comparables à celles que nous constatons à Montpellier.

» Les recherches actives se font à la bonne époque, c'est-à-dire en juillet, moment de la grande émission des radicelles superficielles de la vigne, si infaillibles pour la constatation du mal, moment aussi où les émigrations d'ailés ou d'aptères vont commencer. Le traitement d'extinction, appliqué à cette époque de l'année, fait d'une pierre deux coups : il tue le foyer et empêche le départ des colons.

» *Recherches dans le canton de Genève.* — Accompagné de M. Covelle, agent cantonal, qui a bien voulu me consacrer plusieurs journées et mettre à ma disposition ses travailleurs, j'ai visité les points attaqués. Les foyers de Pregny, de Chambezy et du grand Sacconex m'ont occupé chacun une journée. J'ai fait des recherches également dans les vignes saines. A Pregny j'ai examiné surtout la vigne Pictet (point d'attaque de 1882); au

grand Sacconex, la vigne Bertrand, et à Chambezy, le foyer Deville. Tous les Phylloxeras trouvés étaient morts et devenus noirs. Dans ces trois localités, j'ai coupé un très grand nombre de morceaux de bois de deux ans pour la recherche de l'œuf d'hiver.

» Rentré à Genève, M. Covelle a mis à ma disposition son cabinet de travail avec ses microscopes et, malgré trois longues séances d'examen, je n'ai rien trouvé de certain concernant l'œuf fécondé. Je n'ai observé qu'une dépouille de Phylloxera, mais en si mauvais état que je n'ai pu constater si elle avait ou n'avait pas de rostre.

» Quand la vigne française sera détruite au point de permettre l'introduction des plants américains, il se créera certainement des foyers, des points d'élection pour la ponte des ailés et des sexués, comme ceux que j'ai constatés à Montpellier, à Bordeaux et à Libourne. Alors seulement la recherche de l'œuf d'hiver pourra être entreprise avec chance de succès; mais je trouve que la marche suivie en Suisse est si bonne qu'il est sage de reporter bien loin l'introduction, même par semis, des plants d'outremer.

» Comme je le disais à un propriétaire des environs de Genève qui me priait de lui envoyer des pépins américains, quand on permettra les semis, les boutures, même enracinées, entreront en contrebande, et le mal ne pourra plus être enrayé.

» *Recherches dans le canton de Vaud.* — J'ai parlé en premier lieu de mes recherches dans le canton de Genève; mais les premières vignes que j'ai visitées, au point de vue du Phylloxera, sont situées dans le canton de Vaud. Elles appartiennent à M. Huber, vice-président de la Société de Géographie de Paris, qui habite en été Myes, près Coppet. M. Huber, neveu et cousin des grands naturalistes genevois qui ont écrit, et si bien écrit, l'histoire des abeilles et des fourmis, s'occupe de viticulture avec intelligence. J'ai accepté avec d'autant plus d'empressement son invitation, qu'elle m'a permis d'examiner, en dehors des renseignements officiels, des vignes situées précisément sur la limite du canton de Genève, non loin du point d'attaque du Valavran.

» Toutes les vignes de Myes et de Coppet sont dans un état florissant, et je n'ai pu trouver un seul point faible dans ce terrain formé de boues glaciaires de composition si homogène.

» Le dimanche 1er octobre, j'ai employé ma journée à visiter le vignoble de Lausanne. Nulle part en Suisse la vigne n'est, comme dans ce quartier, la culture à peu près exclusive; l'arbuste est cultivé en terrasses regardant

le soleil, comme dans nos côtes rôties des bords du Rhône. Je me suis dirigé vers des points faibles que j'avais aperçus de la voie ferrée et, après les avoir examinés avec soin, je n'ai pu que constater sur les racines la présence d'un mycélium de champignon. Ces points faibles sont là, comme je l'ai observé également à Neuchâtel, des endroits à sous-sol imperméable, où l'eau séjourne et qui donnent aux souches qui y sont plantées l'aspect souffreteux des vignes phylloxérées. Comme l'a très bien observé M. Henri Marès, ce sont des endroits humides qui souvent, aux environs de Montpellier, servent de lieu d'élection pour la ponte des ailés et des sexués. C'est dans des conditions semblables que j'ai découvert l'œuf d'hiver en Languedoc et que M. Henneguy l'a trouvé de nouveau au printemps dernier. Je n'ai pas manqué de prendre là des bois pour la recherche de l'œuf fécondé dans le canton de Vaud.

» *Recherches dans le canton de Neuchâtel.* — J'ai consacré au vignoble de Neuchâtel les deux journées des 2 et 3 octobre. Là, comme à Genève, je me suis mis de suite en rapport avec les hommes spéciaux : M. Comtesse, Conseiller d'État, membre de la Commission fédérale, et M. Roulet, Inspecteur des forêts, agent cantonal. J'ai visité le vignoble avec M. Roulet et vérifié avec soin les points traités cette année-ci, ainsi que quelques autres qui me semblaient faiblir un peu. Dans les premiers, je n'ai trouvé que des Phylloxeras morts et dans les seconds que du mycélium de champignons.

» Les points d'attaque principaux du canton de Neuchâtel sont : Trois-Rods, Colombier et Neuchâtel. Quatre autres moins importants sont : la Favarge, Champreveyres, Saint-Blaize et Corcelles. Ce dernier point, découvert en 1877, paraît complètement éteint.

» Le premier jour, visite au point d'attaque de Saint-Blaize, de Champreveyres et de la Favarge. Le lendemain, visite à ceux de Trois-Rods et de Colombier. Ces derniers sont de beaucoup les plus importants et c'est là aussi que les recherches les plus minutieuses ont été opérées. Le point de Trois-Rods est, de tous ceux que j'ai vus en Suisse, celui qui a produit le plus d'éclaboussures, si je puis me servir de cette expression. Le petit foyer de Bâle, trouvé en 1881, et bon nombre de petits foyers voisins, de quelques souches seulement, en font partie. En 1880, au moment de la découverte du foyer de Trois-Rods, cinq cent soixante-dix souches ont été trouvées phylloxérées, et actuellement les visites sont exercées sur 32^{ha} autour de ce vignoble, dont la destruction totale est projetée du reste par la Commission fédérale.

» Malgré d'attentives recherches aux racines et au collet des souches, je n'ai trouvé que des Phylloxeras morts. J'ai recueilli là également des morceaux de bois pour la recherche ultérieure de l'œuf d'hiver.

» Rentré à Genève, j'ai consacré sans résultat deux journées à l'examen de ces bois et de ceux que j'avais recueillis à Lausanne.

» *Visite aux vignes de M. Michel Perret, à Tullins (Isère).* — En quittant Genève, j'ai voulu, avant de rentrer à Montpellier, visiter un vignoble français traité au moyen d'engrais appliqués, aussi rationnellement que possible, par M. Michel Perret.

» Je n'ai pas besoin de dire avec détails à l'Académie que M. Perret est le chimiste bien connu qui, avec autant de science que de bonheur, a su tirer l'acide sulfurique à bon marché des pyrites avant lui non utilisées. Retiré aujourd'hui à Tullins (Isère), il applique à l'Agriculture son esprit à la fois savant et pratique.

» Attaqué il y a cinq ans par le Phylloxera, son vignoble est encore entier. Les points d'attaque eux-mêmes ne sont pas arrachés. Les engrais, bien compris, au double point de vue de leur action physique et chimique, font tout. Le composé suivant est employé à la dose d'environ 50000^{kg} par hectare tous les trois ans :

Sarments coupés, tannée et sciure de bois	25000
Fumier de ferme	25000
Superphosphate de chaux acide	1200
Chlorure de potassium	250
Sulfate de cuivre	100
	51550

» Les débris ligneux ont surtout le rôle physique d'emmagasiner tous les éléments solubles des sels employés. Le sulfate de cuivre est mis en dissolution au moment de l'emploi, en quantité assez faible pour ne pas mortifier les tissus vivants. Antiseptique par excellence, il retarde non seulement la décomposition des débris ligneux et de la paille du fumier, mais surtout il a pour but d'arrêter la décomposition des racines attaquées par le Phylloxera. En un mot, il semble donner à la vigne française une partie de l'immunité des cépages américains. Lors de mon passage à Tullins, le 5 octobre, M. Perret était en pleines vendanges. Il obtenait, de certaines vignes traitées avec l'engrais ci-dessus, une quantité dépassant 100^{hlit} à l'hectare, chiffre inconnu avant lui dans l'Isère.

» Tel est, Monsieur le Secrétaire perpétuel, le résumé de ce que j'ai vu

et fait pendant le cours de la mission qui m'a été confiée. Si les résultats de cette mission n'ont pas une importance considérable et immédiate, ils serviront toujours, je l'espère, à établir une comparaison plus exacte entre ce qui a été fait en France et ce qui se pratique en Suisse.

» Dans les grands vignobles de notre pays, la destruction d'immenses foyers phylloxériques est aujourd'hui impossible; les plants américains, du reste, avec leur réussite complète sur beaucoup de points, sont là pour empêcher toute tentative; mais, dans les arrondissements encore indemnes ou peu entamés, le procédé suisse ne pourrait-il pas être essayé? Tout près de nous, dans l'Aude, l'arrondissement de Limoux, resserré entre les Corbières orientales et les Corbières occidentales, n'est accessible que du côté de Carcassonne. Il y a là, tout le long de la vallée de l'Aude, des vignobles importants remontant jusqu'à Quillan. Ils commencent seulement à être attaqués et bien certainement ils vivraient encore de longues années si les foyers étaient éteints à mesure qu'ils se produisent.

» Voici le Phylloxera dans Seine-et-Marne : la Champagne est ainsi menacée dans son territoire et attaquée déjà dans sa production. N'y aurait-il rien à faire pour retarder la perte de ce grand vignoble, où les plants américains ont peu d'avenir, par suite du climat et du mode de culture? »

» M. **Dumas**, à l'occasion de cette intéressante Communication, présente à l'Académie quelques observations, qui trouveront place dans le numéro prochain.

M. **Ferrand** adresse, de Lyon, un Mémoire portant pour titre « Recherches sous une tache d'encre ».

L'auteur joint à son Mémoire un certain nombre d'épreuves photographiques, montrant qu'il est possible de faire apparaître des caractères masqués par une tache d'encre, soit en reproduisant directement cette tache par la photographie, soit en la traitant préalablement par certains réactifs.

(Commissaires : MM. Fremy, Debray, du Moncel.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une Note publiée à Moscou par M. *Ar. Issel*, sous le titre « Instrument destiné à mesurer l'intensité de la pesanteur ».

MÉTROLOGIE. — *Sur deux étalons de l'aune et du pied de Roi, récemment retrouvés*. Note de M. **C. Wolf**, présentée par M. l'amiral Mouchez.

« J'ai rappelé, dans mon Mémoire sur les étalons de mesure de l'Observatoire, qu'une Déclaration du roi Louis XV, en date du 16 mai 1766, ayant en vue d'établir dans toute la France *l'uniformité des poids et mesures, fort désirable pour le commerce*, avait ordonné que des étalons matrices de la livre poids de marc, de la toise de six pieds de roi et de l'aune mesure de Paris, avec leurs divisions, seraient envoyés au Châtelet de Paris et aux bailliages et sénéchaussées des principales villes du royaume. Il était d'un grand intérêt de retrouver quelques-uns de ces étalons. Au mois d'août dernier, j'ai eu la bonne fortune d'en reconnaître deux dans des pièces déposées à l'arsenal maritime de Cherbourg, salle des modèles.

» La première est une règle de fer représentant l'aune de Paris; elle est contenue dans son étalon ou matrice également en fer, qui porte cette légende : *Étalon de l'aune de Paris, vérifié le* 26 8bre 1768 *à* 12° *du thermomètre de M. de Réaumur*. A l'un des bouts on lit le nom du constructeur : *Canivet, à la Sphère, à Paris*, à l'autre : *Marine du Havre*, et à côté les armes de France.

» L'étalon est subdivisé des deux côtés; sur l'un des bords, sont marqués quatre traits avec les indications $\frac{1}{24}$, $\frac{1}{12}$, $\frac{1}{6}$ et $\frac{1}{3}$; sur l'autre, cinq traits chiffrés, $\frac{1}{32}$, $\frac{1}{16}$, $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{4}$ et $\frac{1}{2}$.

» L'aune elle-même ne porte ni inscription ni graduation.

» La seconde pièce est le pied de France dans son étalon. La règle de fer porte l'inscription : *Pied de France étalonné le* 26 8bre 1768 *à* 12° *du thermomètre de M. de Réaumur. Canivet, à la Sphère, à Paris*. Cette règle est divisée en pouces, dont les deux extrêmes sont eux-mêmes subdivisés de trois en trois lignes; les traits de divisions sont effacés. La règle est contenue dans son étalon, qui porte l'inscription : *Marine du Havre*, avec les armes de France.

» Les extrémités des règles, malgré des nettoyages récents des faces latérales, paraissent bien conservées. Mais, indépendamment de leur valeur comme étalons de mesure, qui devra être vérifiée par des comparaisons à la toise du Pérou, ces règles offrent ce double intérêt, d'être jusqu'ici les seuls représentants d'un essai d'unification des mesures françaises bien antérieur à la naissance du système métrique, et d'être aussi les seuls modèles de mesures anciennes conservés dans leur intégrité. Chaque règle est pourvue de son étalon ou matrice, qui servait à vérifier son état de conservation et à ajuster d'autres règles semblables. Nos anciennes toises du Pérou et du Nord ont depuis longtemps perdu leurs étalons.

» M. l'amiral Mouchez a bien voulu, sur l'indication que je lui ai donnée de l'existence de ces règles et étalons, faire les démarches nécessaires pour obtenir qu'elles fussent données à l'Observatoire. M. le Ministre de la Marine s'est empressé de satisfaire au désir qui lui était exprimé, et les étalons du pied et de l'aune sont aujourd'hui déposés dans le Musée de l'Observatoire, à côté de nos autres étalons de longueur. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la planète* (216) *Cléopâtre et de la grande comète de 1882, faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest)*; par M. S. **Bigourdan**. Communiquées par M. Mouchez.

	Dates. 1882.	Étoiles de comp.	Grandeur.	Ascension droite. Astre — ☆	Ascension droite. Log. fact. par.	Déclinaison. Astre — ☆	Déclinaison. Log. fact. par.
(216)	Oct. 20...	*a*	9,5	− 2.51,90	$\bar{2}$,652	− 3′.10″,3	0,724
	22...	*b*	8,3	+ 3.16,31	$\bar{2}$,578*n*	− 4. 2,6	0,728
☄	Oct. 22...	*c*	7,5	+ 4. 8,89	$\bar{1}$,422*n*	+ 5. 5,6	0,881
	24...	*d*	8	+ 1. 1,26	$\bar{1}$,371*n*	+ 1.12,8	0,889
	29...	*e*	8,9	+ 0.40,97	$\bar{1}$,415*n*	− 1.25,2	0,889
	30...	*f*	9	− 3.36,02	$\bar{1}$,264*n*	− 2.36,4	0,902

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1882.	Étoiles de comparaison.	Ascension droite moy. 1882,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1882,0.	Réduction au jour.
Oct. 20.	*a*, 115 *Ann. de Bonn.*, t. VI	0h.49m.34s,34	+4s,63	+11°.56′.52″,6	+27″,8
22.	*b*, Anonyme........	0.42.27,17	+4,59	+11.30.58,6	+28,4
22.	*c*, 19840 Lal..........	10. 5.16,88	+2,50	−16.21. 2,4	− 9,8
24.	*d*, 19846 Lal..........	10. 5.38,18	+2,54	−17. 3.16,7	− 9,6
29.	*e*, { 19696 Lal. / 10333 Arg.OElt.Z.Sud }	9.58.42,92	+2,69	−18.52. 9,7	− 9,3
30.	*f*, 10374 Arg.OElt......	10. 1.24,74	+2,68	−19.13.48,6	− 9,5

Positions apparentes de la planète et de la comète.

	Dates. 1882.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Déclinaison apparente.	Nombre de compar.	Autorité.
		h m s	h m s	° ′ ″		
(216)	Oct. 20...	11.15.39	0.46.47,07	+11.54.10,1	15:20	115 + 11°, Bonn., VI
	22...	10.23. 7	0.45.48,07	+11.27.24,4	15:20	Anonyme (1)
☄	Oct. 22...	17.20.16	10. 9.28,27	−16.16. 6,6	12:16	Lalande (2)
	24...	17.33.37	10. 6.41,98	−17. 2.13,5	15:16	Lalande (2)
	29...	16.48.42	9.59.26,58	−18.53.44,2	15:12	Arg. OEltz₂
	30...	17.33.30	9.57.51,40	−19.16.34,5	15:20	Arg. OEltz₂

» Le noyau de la comète a à peu près la forme d'une ellipse dont le grand axe est dirigé suivant la ligne Soleil-Comète. Il est diffus. Les positions précédentes sont celles du centre du noyau. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la grande comète de 1882, faites à l'observatoire d'Alger*. Note de M. Ch. Trépied, présentée par M. Mouchez.

Dates 1882.	Temps moyen d'Alger.	☄ — ☆ Ascension droite.	☄ — ☆ Déclinaison.	Nombre de comparaisons.	Étoiles de comparaisons.
	h m s	m s	′ ″		
Nov. 5.....	17.30,13	+4.34,04	+2.44,4	4:4	*a*
7. ...	17.33, 2	+5. 9,11	+5.21,1	3:3	*b*

Positions des étoiles de comparaison.

Étoiles.	Ascension droite moy. 1882,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1882,0.	Réduction au jour.	Autorité.	Grandeur.
	h m s	s	° ′ ″	″		
a.....	9.43.20,86	+2,92	−21.28.15,7	−8,8	Lalande 19275	7
b	9.39.11,71	+2,97	−22.12.41,6	−8,7	Lalande 19152	7

Positions apparentes de la comète.

Dates 1882.	Ascension droite.	Log. fact. parall.	Déclinaison.	Log. fact. parall.
	h m s		° ′ ″	
Nov. 5........	9.47.57,82	$(\bar{1},221)_n$	−21.25.40,1	0,868
7.	9.44.23,81	$(\bar{1},221)_n$	−22. 7.29,2	0,861

» Ces observations ont été faites avec le télescope Foucault de $0^m,50$, et en usant d'un grossissement de 130 fois.

---

(1) Rapporté à 92 Arg. zone + 11°K = 1224 Lalande. J'ai obtenu par 12:16 comp. pour ⋆ an. − 1224 : + $2^m 32^s,43$, + 3′18″, 7.

(2) La position de l'étoile est déduite d'une observation méridienne de Paris.

» Le noyau de la comète ne paraît pas subir des transformations bien rapides. Il se présente actuellement sous forme allongée, lenticulaire ; on y distingue, avec assez de peine, une partie plus condensée, et c'est à elle que se rapportent les comparaisons. »

ASTRONOMIE. — *Sur la grande comète de* 1882. Note de M. **L. Jaubert**, présentée par M. Faye. (Extrait.)

« La première fois qu'il nous a été donné, à l'Observatoire populaire, d'observer la grande comète de 1882, nous avons d'abord vu, vers les 3^h du matin, une grande traînée blanchâtre s'élevant au-dessus de l'horizon, à droite de l'étoile α de l'Hydre, s'étendant au delà de l'étoile L_2 15, et allant dans le voisinage de 13 de la Licorne. Ce qui attira surtout notre attention, c'est que la partie centrale, véritable queue de la comète, était entourée d'une enveloppe plus pâle, mais visible jusqu'à l'étroite bande de nuages à l'horizon. A mesure que la comète franchissait les nuages, en s'élevant au-dessus de l'horizon, la queue paraissait diminuer de longueur; l'enveloppe cessait presque d'être visible, si ce n'est une partie tournée du côté d'α de l'Hydre, qui nous parut plus brillante qu'au début de l'observation. La fixité de cette partie, par rapport à la queue de la comète, nous a porté à penser qu'il y avait peut-être là un phénomène intéressant non encore signalé.

» Nous avons, ce jour-là, successivement observé la comète à l'œil nu, avec une jumelle astronomique, une lunette équatoriale grossissant vingt-cinq fois et avec un télescope newtonien de $0^m,20$ de diamètre. Le noyau nous a paru allongé et en forme de poire; il était mal défini et entouré d'une enveloppe presque concentrique, un peu plus brillante que la partie qui le séparait du noyau, et d'une autre enveloppe plus pâle, moins distincte, entourée de la nébulosité terminale.

» Le noyau était très brillant, ainsi que la partie de la queue qui l'avoisinait. Lorsque le noyau eut paru au-dessus de l'horizon, il nous sembla que toute la queue de la comète avait perdu de sa lumière. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur l'énergie solaire*. Lettre de M. **Rey de Morande** à M. Faye.

« La conservation de l'énergie solaire, dont vous avez récemment entretenu l'Académie, me paraît suffisamment expliquée par la théorie de

Laplace sur la contraction graduelle du Soleil; les travaux récents qui ont été faits sur la Botanique fossile ont donné une nouvelle extension à cette hypothèse.

» Lors des premières explorations géologiques dans les régions polaires, on a vu avec étonnement que la houille de ces régions était sensiblement la même que celle des autres régions terrestres; il fallait donc que les quantités de chaleur et de lumière versées par le Soleil près des pôles fussent à peu près les mêmes que celles versées par lui près de l'équateur. C'est alors que le Dr Blandet fit publier, dans le *Bulletin de la Société géologique de France*, sa théorie, qui, seule, a pu, jusqu'à ce jour, expliquer les faits observés et qui est d'ailleurs une conséquence nécessaire de la théorie de Laplace.

» Tant que le Soleil a eu un diamètre assez considérable pour éclairer et échauffer en même temps les deux pôles terrestres, il y a eu une grande uniformité dans la végétation de notre planète; mais cet état de choses a cessé assez brusquement vers l'époque cénomanienne. C'est alors qu'ont apparu pour la première fois les végétaux à feuilles caduques, originaires des pays les plus septentrionaux et qui envahissent très lentement, mais très constamment, les régions méridionales, en confinant les fougères arborescentes et autres plantes primitives dans une zone équatoriale de plus en plus étroite.

» La grande uniformité de la végétation terrestre jusqu'à l'époque cénomanienne et, ensuite, la différenciation graduelle de cette végétation, selon la latitude, l'envahissement graduel des régions méridionales par les arbres à feuilles caduques et la disparition de toute végétation dans les régions polaires sont des phénomènes qui s'expliquent par la contraction graduelle du Soleil, mais qui resteraient inexplicables par la simple hypothèse du refroidissement graduel de la Terre.

» L'énergie solaire maintient sur la zone tropicale les principaux types végétaux qui étaient autrefois répandus sur toute la surface terrestre; de sorte que le Soleil, par suite de sa contraction graduelle, verse encore sur cette zone une quantité de chaleur qui paraît avoir peu varié depuis que les végétaux terrestres existent, mais qui doit, cependant, diminuer ultérieurement avec une extrême lenteur. »

HISTOIRE DE L'ASTRONOMIE. — *Sur les travaux de Frédéric Houtman.* Lettre de M. VETH à M. Aristide Marre, communiquée par M. Yvon Villarceau.

« Je vous suis bien reconnaissant de la bonté que vous avez eue de m'envoyer votre traduction du Catalogue des étoiles australes de Frédérik de Houtman. En restituant à un homme de mérite l'honneur qui lui est dû, vous avez en même temps revendiqué pour ma patrie un titre de gloire qui lui appartient, mais qui était oublié en partie par sa propre négligence. Il est vrai que le mérite de Houtman comme astronome n'était pas entièrement inconnu en Hollande. Blaeu en a fait mention dans son *Institutio astronomica* et sur un grand globe céleste qui se trouve dans la bibliothèque de l'Université d'Utrecht; d'après Blaeu, feu le professeur G. Moll, d'Utrecht, a renouvelé, en 1825, la mémoire des services que l'ancien navigateur a rendus à la Science; mais, comme il ignorait parfaitement l'ouvrage dans lequel de Houtman a rendu compte de ses recherches, il n'a pas su concilier le témoignage de Blaeu, sur Houtman, avec celui de Mérula, dans sa *Cosmographia generalis,* sur un certain Pieter Dirckz, pilote du navire sur lequel de Houtman fit son premier voyage aux Indes orientales.

» Chose curieuse! Le *Spraeckende Woordenboeck* de Houtman n'a jamais été inconnu de ceux qui s'occupaient de l'étude du malais; il a été réimprimé, avec omission du Catalogue des étoiles circompolaires australes, et se trouve à la suite de la Grammaire malaise de Werndly; le titre est répété dans plusieurs ouvrages bibliographiques; mais, autant que je sache, les mathématiciens et les astronomes néerlandais n'ont jamais fixé leur attention sur l'appendice si remarquable qui se trouvait au bout d'un livre qui, pour son contenu principal, était étranger à leur domaine. Le seul qui ait remarqué cette omission n'était pas un astronome, mais l'illustre historien feu M. de Jonge, qui, en faisant mention des énonciations douteuses du professeur Moll, observe qu'il paraît ne pas avoir connu le Catalogue des étoiles de l'hémisphère austral, que Houtman lui-même avait publié à la suite de la première édition de son *Spraeckende Woordenboeck,* dont un exemplaire se trouve à la Bibliothèque royale de La Haye.

» Excité par votre exemple, j'ai composé un petit Essai sur la relation qui a existé entre le pilote Dirckz et le commis de Houtman, et sur les causes qui ont amené l'oubli des découvertes astronomiques de ces deux hommes

remarquables, qui, dans leur humble sphère, ont donné des preuves de connaissances solides réclamant l'hommage de la postérité. J'ai trouvé, dans la bibliothèque de la Société des Lettres néerlandaises, un second exemplaire de l'édition originale du *Spraeckende Woordenboeck,* lequel, avec l'aide de votre Introduction, m'a fourni la matière de quelques éclaircissements. Ce petit Essai, je l'ai offert à notre Société de Géographie, et il sera inséré dans le numéro de son Bulletin qui paraîtra prochainement. Je prendrai la liberté de vous envoyer un exemplaire du tirage à part [1]. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur des fonctions d'une seule variable analogues aux polynômes de Legendre.* Note de M. **Hugoniot.**

« I. Dans une Communication récente [2], j'ai considéré des développements en séries de fonctions Z_0, Z_1, Z_2, ... satisfaisant aux conditions

$$\int_\alpha^\beta Z_k Z_{k'}\,dx = 0$$

toutes les fois que k et k' ont des valeurs différentes. On peut former une infinité de suites de fonctions semblables. Supposant, en effet, que l'on connaisse Z_0, Z_1, ..., Z_{n-1} et que l'on veuille obtenir Z_n, il faudra que cette dernière satisfasse aux n équations

$$(1)\qquad \int_\alpha^\beta Z_n Z_0\,dx = 0, \quad \int_\alpha^\beta Z_n Z_1\,dx = 0, \quad \ldots, \quad \int_\alpha^\beta Z_n Z_{n-1}\,dx = 0.$$

» On peut se donner l'expression *indéfinie* de Z_n pourvu qu'elle renferme, abstraction faite du facteur qui la multiplie, n constantes arbitraires *distinctes,* qui se détermineront par les équations (1). On voit qu'on peut se donner arbitrairement Z_0 et former, de proche en proche, toutes les fonctions suivantes.

» L'expression générale et indéfinie de Z_n devant renfermer n constantes peut être regardée comme l'intégrale générale d'une équation différentielle d'ordre n; mais la détermination des valeurs de ces constantes se ramène à la résolution d'un système d'équations du premier degré lorsqu'on prend

---

(1) Cet exemplaire a été présenté à l'Académie, dans la séance de ce jour. (Y. V.)

(2) *Comptes rendus,* 13 novembre 1882, p. 907.

pour Z_n une combinaison linéaire de $n+1$ fonctions données

$$Z_n = a_0 f_0(x) + a_1 f_1(x) + \ldots + a_n f_n(x).$$

» Les équations (1) permettent alors de déterminer les rapports des coefficients $a_0, a_1, \ldots, a_n$ à l'un quelconque d'entre eux.

» II. Je considère en particulier le cas où, toutes les fonctions Z_n étant de la forme précédente, Z_0 ne contient que $f_0(x)$, Z_1 contient $f_0(x)$ et $f_1(x)$, et ainsi de suite.

» Soit alors $\varphi(x)$ une fonction dont les valeurs sont données entre α et β; on pourra former une série

(2) $$A_0 Z_0 + A_1 Z_1 + A_2 Z_2 + \ldots$$

en prenant

(3) $$A_k = \frac{1}{B_k} \int_\alpha^\beta Z_k \varphi(x)\,dx, \quad B_k = \int^\beta Z_k^2\,dx,$$

et qui représentera, entre les limites α et β, la fonction $\varphi(x)$, lorsqu'on aura

$$\sum_0^\infty B_k A_k^2 = \int_\alpha^\beta [\varphi(x)]^2\,dx.$$

$\varphi(x)$ se trouvera ainsi développée en série d'autres fonctions f_0, f_1, ... arbitrairement choisies.

» On va faire voir que les $n+1$ *premiers termes de la série* (2) *forment une combinaison linéaire de $f_0(x), f_1(x), \ldots, f_n(x)$, telle qu'entre les limites α et β, le carré moyen de la différence avec $\varphi(x)$ soit moindre que pour toutes les autres combinaisons linéaires des mêmes fonctions.*

» En effet, toute combinaison linéaire de ce genre peut se mettre sous la forme $A_0 Z_0 + A_1 Z_1 + \ldots + A_n Z_n$, et, si l'on détermine $A_0, A_1, \ldots, A_n$ de manière que le carré moyen de la différence avec $\varphi(x)$ soit un maximum, on obtient précisément pour ces coefficients les valeurs (3). Ce théorème est analogue à celui qu'a établi M. Plarr pour les polynômes de Legendre, et il en constitue la généralisation.

» Il en résulte que l'on a

$$\int_\alpha^\beta Z_m f_n(x)\,dx = 0$$

toutes les fois que n est inférieur à m; car, si l'on développe la fonction $f_n(x)$ par la formule (2), tous les coefficients dont l'indice est supérieur

à n doivent s'annuler; par suite, en désignant par a_n le coefficient de $f_n(x)$ dans Z_n, il est clair que

$$\int_\alpha^\beta Z_n^2 dx = a_n \int_\alpha^\beta Z_n f_n(x) dx. \tag{4}$$

» Les coefficients $a_0, a_1, \ldots, a_n$ de Z_n sont déterminés par les n équations

$$(5)\left\{\begin{array}{l} a_0 \int_\alpha^\beta Z_0 f_0(x) dx + a_1 \int_\alpha^\beta Z_0 f_1(x) dx + \cdots \\ \qquad\qquad + a_{n-1} \int_\alpha^\beta Z_0 f_{n-1}(x) dx + a_n \int_\alpha^\beta Z_0 f_n(x) dx = 0, \\ a_1 \int_\alpha^\beta Z_1 f_1(x) dx + \cdots + a_{n-1} \int_\alpha^\beta Z_1 f_{n-1}(x) dx + a_n \int_\alpha^\beta Z_1 f_n(x) dx = 0, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ a_{n-1} \int_\alpha^\beta Z_{n-1} f_{n-1}(x) dx + a_n \int_\alpha^\beta Z_{n-1} f_n(x) dx = 0, \end{array}\right.$$

dans lesquelles on pourra considérer comme inconnues les rapports $\frac{a_1}{a_n}$, $\frac{a_2}{a_n}, \ldots, \frac{a_{n-1}}{a_n}$.

» Le déterminant du système a, dans ce cas, pour valeur,

$$\int_\alpha^\beta Z_0 f_0(x) dx \int_\alpha Z_1 f_1(x) dx, \quad \ldots, \quad \int_\alpha^\beta Z_{n-1} f_{n-1}(x) dx,$$

et, d'après les formules (4), il ne peut être nul.

» La fonction Z_n est déterminée à un facteur constant près que l'on peut prendre arbitrairement, à moins que l'on n'établisse à l'avance une relation entre les coefficients, ce qui arriverait, par exemple, si l'on en fixait la somme.

C'est ainsi que, si l'on pousse les limites α et β respectivement égales à -1 et $+1$ et si l'on pose

$$f_0(x) = 1, \quad f_1(x) = x, \quad \ldots. \quad f_n(x) = x^n,$$

si l'on fait en outre la somme des coefficients égale à l'unité pour chaque fonction Z_n, cette dernière est précisément le $n^{\text{ième}}$ polynôme de Legendre. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur le mouvement d'un système de deux particules de matière pondérable électrisées et sur l'intégration d'une classe d'équations à dérivées partielles.* Note de M. MAURICE LÉVY.

« Soient m et m_1 les masses de deux particules de matière pondérable chargées respectivement de quantitées e et e_1 d'électricité. On demande d'étudier le mouvement qu'elles prendront sous l'influence de leurs actions mutuelles et de vitesses initiales données, en ayant égard à ce que l'électricité en mouvement n'agit pas de même qu'au repos.

» On pourrait étudier la question en admettant que les actions électriques obéissent soit à la loi de Weber, soit à l'une des lois proposées plus récemment par Riemann et Clausius.

» Ces lois dérivent des potentiels suivants, où x, y, z; x_1, y_1, z_1 et ρ désignent, à l'instant t, les coordonnées et la distance des deux particules électriques agissantes e et e_1; et x', y', z'; x'_1, y'_1, z'_1 les composantes de leurs vitesses :

$$\text{Weber......}\quad \Pi = \frac{ee_1}{\rho}\left[1 - \frac{1}{2c^2}\left(\frac{d\rho}{dt}\right)^2\right],$$

$$\text{Riemann...}\quad \Pi = \frac{ee_1}{\rho}\left\{1 - \frac{1}{2c^2}[(x'-x'_1)^2 + (y'-y'_1)^2 + (z'-z'_1)]\right\},$$

$$\text{Clausius.}\ .\quad \Pi = \frac{ee_1}{\rho}\left[1 + \frac{1}{c^2}(x'x'_1 + y'y'_1 + z'z'_1)\right].$$

Dans ces équations, c est une constante représentant une vitesse.

» Ces trois potentiels sont compris comme cas particulier dans le suivant :

$$\Pi = f\left(\rho, \frac{d\rho}{dt}, x'^2 + y'^2 + z'^2 + x'^2_1 + y'^2_1 + z'^2_1, x'x'_1 + y'y'_1 + z'z'_1\right),$$

f étant une fonction quelconque.

» J'étudierai donc le mouvement d'un système de deux points matériels de masses m et m_1 dont les actions mutuelles dérivent de ce dernier potentiel. Les équations différentielles du mouvement seraient celles qui ont été données dans ma Communication du 30 octobre. On en déduit l'inté-

grale des forces vives :

$$\tfrac{1}{2}m(x'^2+y'^2+z'^2)+\tfrac{1}{2}m_1(x_1'^2+y_1'^2+z_1'^2)$$
$$+x'\frac{\partial f}{\partial x'}+y'\frac{\partial f}{\partial y'}+z'\frac{\partial f}{\partial z'}+x'_1\frac{\partial f}{\partial x'_1}+y'_1\frac{\partial f}{\partial y'_1}+z'_1\frac{\partial f}{\partial z'_1}-f=\mathrm{H}=\text{const.},$$

où la seconde ligne est une fonction de la même forme que f, c'est-à-dire ne contenant que les mêmes quantités.

» Maintenant, d'après les principes de la Mécanique analytique, introduisons, à la place des vitesses, les quantités

$$\frac{\partial \mathrm{H}}{\partial x'}=p,\quad \frac{\partial \mathrm{H}}{\partial y'}=q,\quad \frac{\partial \mathrm{H}}{\partial z'}=r,$$
$$\frac{\partial \mathrm{H}}{\partial x'_1}=p_1,\quad \frac{\partial \mathrm{H}}{\partial y'_1}=q_1,\quad \frac{\partial \mathrm{H}}{\partial z'_1}=r_1.$$

» Si, de ces six équations, on tire $x', y', z'; x'_1, y'_1, z'_1$, et qu'on les porte dans l'équation des forces vives, il est aisé de voir qu'elle prendra la forme

$$(1)\quad \left\{\begin{aligned} &\mathrm{F}[\rho, p^2+q^2+r^2;\, p_1^2+q_1^2+r_1^2;\, pp_1+qq_1+rr_1;\, (x-x_1)(p-p_1)\\ &\qquad +(y-y_1)(q-q_1)+(z-z_1)(r-r_1)]=\mathrm{H};\end{aligned}\right.$$

et l'on sait que le problème de Mécanique posé sera résolu si l'on trouve une solution complète de cette équation considérée comme une équation à dérivées partielles du premier ordre où p, q, r; p_1, q_1, r_1 seraient les dérivées partielles $\frac{\partial \mathrm{V}}{\partial x}, \frac{\partial \mathrm{V}}{\partial y}, \frac{\partial \mathrm{V}}{\partial z}, \frac{d\mathrm{V}}{dx_1}, \frac{d\mathrm{V}}{dy_1}, \frac{d\mathrm{V}}{dz_1}$ de la fonction inconnue V des six variables indépendantes $x, y, z; x_1, y_1, z_1$.

» Les six intégrales de tout problème de Mécanique du genre de ceux dont il s'agit ici, que j'ai donnés dans ma Communication sus-mentionnée *Sur une extension des principes des aires et du centre de gravité*, fournissent naturellement, quelle que soit la fonction donnée F, six intégrales de l'équation à dérivées partielles qu'il s'agit d'intégrer. Malheureusement ces six intégrales ne sont pas en involution, c'est-à-dire que leurs crochets deux à deux ne sont pas identiquement nuls. Mais il résulte d'un théorème de Lie, comme aussi d'une vérification directe, que ces six intégrales en fournissent toujours quatre et jamais plus de quatre en involution. Ces quatre intégrales sont

$$(2)\qquad p+p_1=\alpha,\quad q+q_1=\beta,\quad r+r_1=\gamma,$$

$$(3)\qquad \begin{vmatrix} p & q & r\\ p_1 & q_1 & r_1\\ x-x_1 & y-y_1 & z-z_1 \end{vmatrix}=\mathrm{C}.$$

» On peut vérifier, en effet, que, quelle que soit la fonction F, les crochets formés par les cinq quantités H, α, β, γ, C, pris deux à deux, sont identiquement nuls.

» Il en résulte que l'intégration de l'équation proposée, qui est à six variables indépendantes, peut toujours être ramenée à celle d'une équation à deux variables.

» Si la fonction F reste quelconque, on ne peut pas, dans l'état actuel de l'analyse, aller au delà; mais, si elle ne contient les deux quantités $p^2+q^2+r^2$ et $p_1^2+q_1^2+r_1^2$ que par leur somme, ce qui arrivera, dans le problème de Mécanique proposé, toutes les fois que les masses des deux particules pondérables sont égales ($m=m_1$), quelles que soient d'ailleurs leurs charges électriques e et e_1, alors on peut achever l'intégration.

» En effet, aux équations ci-dessus j'adjoins la suivante :

$$(4)\left\{\begin{array}{l}[(p-p_1)^2+(q-q_1)^2+(r-r_1)^2]\rho^2\\ \quad -[(x-x_1)(p-p_1)+(y-y_1)(q-q_1)+(z-z_1)(r-r_1)]^2=\mathrm{D}=\text{const.}\end{array}\right.$$

» On peut vérifier : 1° que D est une intégrale de la proposée, c'est-à-dire que, quelle que soit la fonction F, on a, dans l'hypothèse qui vient d'être faite, (H, D) = o, et que, de plus, D est en involution avec les précédentes intégrales α, β, γ, C.

» Si donc on résout le système des six équations (1), (2), (3), (4) par rapport aux six quantités p, q, r, p_1, q_1, r_1, on pourra former la différentielle exacte

$$d\mathrm{V}=p\,dx+q\,dy+r\,dz+p_1\,dx_1+q_1\,dy_1+r_1\,dz_1,$$

qu'il suffira d'intégrer pour avoir une solution complète de la proposée, d'où l'on déduira ensuite, par des différentiations, la solution du problème de Mécanique proposé. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Production par voie sèche de quelques uranates cristallisés.* Note de M. A. DITTE.

« *Uranate de soude* U^2O^3NaO. — 1° L'oxyde vert d'uranium U^3O^4, chauffé avec du sel marin en fusion, dans un creuset de platine dont le fond est porté à une température notablement plus élevée que les parties moyenne et supérieure, est rapidement attaqué; il se forme bientôt, à la surface du liquide fondu, le long des parois du creuset, un anneau constitué par des

cristaux empâtés dans du sel marin solidifié; cet anneau, traité par l'eau froide après qu'il est refroidi, laisse de belles paillettes brillantes, jaune verdâtre, insolubles dans l'eau, mais facilement solubles dans les acides étendus, en donnant des liqueurs jaunes. Ces cristaux ne sont autre chose que de l'uranate de soude U^2O^3NaO.

» Si, après avoir enlevé l'anneau formé, on recommence à chauffer la matière qui reste dans le creuset, on peut en obtenir un second, bien moins volumineux que le premier, et bientôt la substance qui demeure inattaquée au fond du creuset ne donne plus lieu à aucun dépôt de cristaux à la surface aussi longtemps qu'on prolonge l'opération. La masse, débarrassée du sel marin par un lavage, est vert foncé et entièrement cristallisée; elle se dissout partiellement dans les acides chlorhydrique et sulfurique étendus, en donnant une liqueur verte et un résidu noir cristallisé de protoxyde d'uranium; quant à la portion qui se dissout, elle est constituée par des cristaux de l'oxyde intermédiaire $U^4O^5 = U^2O^3, 2UO$.

» Lorsqu'on chauffe avec du chlorure de sodium l'oxyde $U^3O^4 = U^2O^3, UO$, celui-ci se décompose et donne de l'oxygène qui, avec le sel marin et le sesquioxyde d'uranium, forme de l'uranate de soude; du protoxyde d'uranium, dont une partie se combine au sesquioxyde pour faire l'oxyde intermédiaire $U^4O^5 = U^2O^3, 2UO$, tandis que l'autre cristallise; enfin du chlore, qui, à la température de l'expérience, ne peut attaquer ni les oxydes ni le platine du creuset, et qui se dégage; la réaction peut s'exprimer de la manière suivante :

$$3(U^2O^3, UO) + NaCl = U^2O^3, NaO + U^2O^3, 2UO + 3UO + Cl.$$

» 2° Quand on recommence l'expérience précédente en ajoutant au chlorure de sodium un peu de carbonate de soude, les résultats sont analogues; on obtient un anneau qui se produit lentement et qui renferme de belles paillettes très brillantes d'uranate de soude, et un résidu formé d'un mélange de protoxyde d'uranium, et d'oxyde intermédiaire U^4O^5 cristallisés. Il n'en est plus de même si le carbonate et le chlorure alcalin sont mélangés en parties sensiblement égales; on se trouve alors en présence d'un milieu alcalin et oxydant, dans lequel apparaissent bientôt des paillettes jaunes, et peu à peu tout se transforme en uranate de soude sans aucun résidu. Dans ces conditions, en effet, l'oxyde intermédiaire et le protoxyde d'uranium lui-même sont oxydés et transformés lentement, mais totalement, en uranate cristallisé.

» 3° Quand on chauffe l'oxyde vert dans du sel marin pur et qu'on

ajoute peu à peu du chlorate de soude à la masse en fusion, de manière à avoir toujours dans le creuset une atmosphère d'oxygène, tout se transforme peu à peu en cristaux d'uranate, mais avec une extrême lenteur. Si, au contraire, on chauffe un mélange d'oxyde vert et de chlorate de soude, celui-ci fond, sa décomposition commence : puis tout à coup il y a déflagration, dégagement de lumière et transformation presque instantanée de tout l'oxyde d'uranium en uranate jaune non cristallisé; l'addition de carbonate de soude à la masse rend l'action moins vive, tout en donnant le même produit. Il suffit alors de refondre le produit de l'opération avec du sel marin dans les conditions indiquées plus haut : l'uranate cristallise et se réunit tout entier à la surface en un anneau qui, traité par l'eau, laisse le sel sous la forme de beaux cristaux jaune d'or.

» Ces trois méthodes sont générales et permettent d'obtenir l'un quelconque des uranates alcalins sous la forme de belles paillettes jaunes, plus ou moins teintées de vert, remarquables par leur insolubilité dans l'eau et leur infusibilité au rouge blanc. Il est à remarquer que l'uranate de soude se forme bien plus facilement que celui de potasse; car, si l'on chauffe de l'oxyde vert d'uranium avec un mélange à équivalents égaux de chlorures de potassium et de sodium, les cristaux qui se déposent dans l'anneau sont de l'uranate de soude à peu près pur. Cela tient à ce que le sel marin, en se formant, dégage moins de chaleur que le chlorure de potassium, ce qui le rend plus facile à décomposer. On a pu faire cristalliser ainsi : l'*uranate de potasse*, U^2O^3, KO; l'*uranate de rubidium*, $U^2O^3, R6O$; l'*uranate de lithine*, U^2O^3, LiO; et l'*uranate de magnésie*, U^2O^3, MgO.

» *Uranates de chaux*. — Quand on chauffe de l'oxyde vert d'uranium avec du chlorure de calcium pur, bien exempt de chaux, il se forme un anneau de cristaux et de chlorure sodifié avec une lenteur extrême, et finalement on obtient au fond du creuset, comme avec le sel marin, un mélange cristallisé d'oxyde intermédiaire U^4O^5 et de protoxyde d'uranium cristallisé. Les cristaux de l'anneau, isolés par des lavages à l'eau, présentent la formule U^2O^3, CaO.

» L'oxyde vert, chauffé avec du chlorate de chaux, se transforme totalement en un uranate non cristallisé qui, traité par le sel marin ou le chlorure de calcium en fusion, ne s'y rassemble en anneau qu'avec une excessive lenteur. On obtient, cependant, par ce procédé, des paillettes cristallisées jaune verdâtre, mais elles renferment moins de chaux que les précédentes, et leur composition conduit à leur attribuer la formule $2U^2O^3, CaO$.

» On obtient identiquement de la même manière et sous la forme de cristaux les *uranates de strontiane*, U^2O^3, SrO et $2U^2O^3$, SrO, et les *uranates de baryte*, U^2O^3, BaO et $2U^2O^3$, BaO; tandis que ceux de strontiane cristallisent plus lentement encore que ceux de chaux, les uranates de baryte se produisent, au contraire, dans les mêmes conditions avec une grande rapidité.

» Ces uranates se présentent sous la forme de paillettes jaune verdâtre; ils sont insolubles dans l'eau, solubles dans les acides étendus et très réfractaires. Maintenus longtemps au rouge blanc, leur couleur devient plus foncée, en même temps qu'ils deviennent plus difficilement solubles dans les acides dilués. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le second anhydride de la mannite.* Note de M. **Ad. Fauconnier**, présentée par M. Wurtz.

« Lorsqu'on soumet la mannite à la distillation sèche dans le vide, on recueille un liquide jaune brun, mélangé de matières empyreumatiques. Ce liquide, filtré sur un filtre mouillé et rectifié au thermomètre, passe à la distillation depuis 60°, à la pression ordinaire, jusqu'à 200° et au delà dans le vide. Les portions recueillies à 160-190°, sous une pression de 0^m,03, sont en partie formées du second anhydride mannitique $C^6H^{10}O^4$.

» Récemment distillé, le corps se présente sous la forme d'un sirop incolore, qui, lorsqu'il est parfaitement pur, se prend en cristaux volumineux, fusibles à 87°, et paraissant appartenir au système clinorhombique; il bout sans altération à 176°, sous 0^m,03, et avec décomposition partielle à 274°, à la pression ordinaire; il est très soluble dans l'eau et dans l'alcool, insoluble dans l'éther; il présente à un haut degré la propriété de rester en surfusion et de former des solutions sursaturées.

Analyses.

	Matière.	CO^2.	H^2O.
I.	0,3035	0,5445	0,1910
II.	0,407	0,733	0,2545

ou, en centièmes :

	I.	II.	Calculé pour $C^6H^{10}O^4$.
C.	49,09	49,12	49,31
H.	7,01	6,95	6,84

» Le second anhydride mannitique ne fixe directement d'eau ni à chaud ni à froid. Il résiste également à l'action de l'hydrogène naissant.

» Le brome est sans action sur lui à froid; lorsqu'on chauffe un mélange de ces deux corps, soit secs, soit en présence d'eau, il se dégage abondamment de l'acide bromhydrique, et il se forme des produits résineux, noirs, non distillables.

» Chauffé pendant huit heures à l'ébullition avec trois fois son poids d'anhydride acétique, ce corps a fourni un dérivé diacétylé

$$C^6H^8O^4(C^2H^3O)^2,$$

liquide visqueux, presque incolore, bouillant à 197-198°, sous une pression de 28mm.

Analyses.

Matière.	CO^2.	H^2O.
0,3348	0,6390	0,1894

ou, en centièmes :

		Calculé pour $C^6H^8O^4(C^2H^3O)^2$.
C...............	52,05	52,17
H...............	6,28	6,08

» Le dosage de l'acétyle a d'ailleurs donné 36,95 pour 100, la théorie exigeant 37,39.

» Ce dérivé diacétylé n'est pas altéré par l'action prolongée de l'anhydride acétique; il n'est pas possible de pousser plus loin la substitution.

» L'oxychlorure de phosphore est sans action sur le corps $C^6H^{10}O^4$. Au contraire, le perchlorure de phosphore le transforme en un dérivé dichlorhydrique $C^6H^8O^2Cl^2$, lamelles hexagonales, très solubles dans l'éther, assez solubles dans l'alcool et dans la benzine, insolubles dans l'eau et passant à la distillation avec l'eau. Point de fusion : 49°. Point d'ébullition : 143° sous 43mm.

Analyses.

	Matière.	AgCl.	CO^2.	H^2O.
I.......	0,158	0,2470	»	»
II......	0,338	»	0,480	0,134

ou, en centièmes :

	I.	II.	Théorie pour $C^6H^8O^2Cl^2$.
C............	»	38,76	39,34
H............	»	4,40	4,37
Cl............	38,68	»	38,79

» Ici encore, l'action du perchlorure ne permet pas d'introduire plus de 2^{atm} de chlore dans la molécule.

» Lorsqu'on chauffe pendant quatre heures à 120°, en tubes scellés, un mélange d'iodure d'éthyle, de potasse concentrée, et du corps $C^6H^{10}O^4$, on obtient un dérivé monoéthylé $C^6H^9O^4(C^2H^5)$, liquide incolore, assez mobile, soluble dans l'eau, l'alcool et l'éther. Point d'ébullition : 165° sous 17^{mm}.

Analyses.

	Matière.	CO^2.	H^2O.
I.........	0,2965	0,5965	0,2165
II.........	0,273	0,5500	0,1985

ou, en centièmes :

	I.	II.	Calculé pour $C^6H^9O^4, C^2H^5$.
C...........	54,86	54,94	55,17
H...........	8,11	8,12	8,05

» Des faits qui précèdent, on peut conclure : 1° que le second anhydride mannitique est un corps saturé, et que les atomes de carbone qui entrent dans sa molécule ne présentent en aucun point de doubles liaisons entre eux; 2° qu'il renferme deux oxhydryles alcooliques.

» Il me reste à établir si ces oxhydryles sont primaires, secondaires ou tertiaires; et en second lieu, quelle est la fonction des deux autres atomes d'oxygène contenus dans le corps $C^6H^8O^2(OH^2)$ (1). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de la triéthylamine sur la trichlorhydrine symétrique et sur les deux glycides dichlorhydriques isomères.* Note de M. E. REBOUL, présentée par M. Wurtz.

« Dans diverses Communications que j'ai eu l'honneur d'adresser à l'Académie l'an dernier, j'ai montré qu'en agissant sur les dérivés monochlorés ou monobromés des carbures d'hydrogène de la série grasse, la triéthylamine leur enlève HCl ou HBr si le corps halogène est substitué à H dans un groupe CH^2 ou CH (2), tandis que, s'il l'est dans un groupe

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Wurtz.

(2) Si l'on fait agir la triéthylamine dissoute dans un alcool monoatomique (alcools éthylique, isopropylique, etc.), outre l'hydrocarbure résultant de cette soustraction, on obtient un éther mixte, l'alcool qui sert de solvant intervenant dans la réaction.

CH^3, il y a simple fixation et formation d'un chlorure ou bromure d'ammonium quaternaire, comme l'a fait voir depuis longtemps M. Hofmann.

» J'ai été tout naturellement amené à examiner comment se comportait la triéthylamine vis-à-vis des dérivés polychlorés ou polybromés des carbures d'hydrogène. C'est le commencement de ces recherches qui fait l'objet de la présente Note.

» *Décomposition par la triéthylamine de la trichlorhydrine symétrique* $CH^2Cl\text{-}CHCl\text{-}CH^2Cl$. — 1^{vol} trichlorhydrine et 3^{vol} triéthylamine réagissent facilement en vase clos à 100°. Au bout de quelques heures la réaction paraît fort avancée et le contenu du tube refroidi est à peu près pris en masse. Il ne se dégage pas de gaz. On dissout dans l'eau, qui sépare la triéthylamine, dont les dernières traces sont chassées par l'évaporation au bain d'eau bouillante. La masse sirupeuse, au milieu de laquelle se trouvent des cristaux assez abondants, est un mélange de chlorhydrate de triéthylamine et des deux chlorures isomères :

$$\underbrace{Cl, Az\begin{cases} CH^2 = CCl - CH^2 \\ (C^2H^5)^3 \end{cases}}_{\text{Chlorure d'}\alpha\text{-chlorallyltriéthylammonium.}} \quad \text{et} \quad \underbrace{Cl, Az\begin{cases} CHCl = CH - CH^2 \\ (C^2H^5)^3 \end{cases}}_{\text{Chlorure de }\beta\text{-chlorallyltriéthylammonium.}}$$

» Le chlorhydrate de triéthylamine peut être extrait du sel sirupeux au moyen de l'alcool absolu bouillant, qui l'abandonne sous forme d'aiguilles soyeuses par refroidissement. Il a été caractérisé par l'analyse, par ses principales propriétés et par la composition de son chloroplatinate.

» Mais il est inutile de le séparer pour obtenir les chloroplatinates des chlorures isomères de chlorallyltriéthylammonium. En ajoutant à la solution aqueuse du mélange du chlorure platinique à 25 ou 30 pour 100 en léger excès, on voit se former un précipité extrêmement abondant, très soluble à chaud. Par refroidissement la solution fournit une très belle cristallisation d'aiguilles longues et minces, d'une couleur rouge orangé et groupées en mamelons, d'un chloroplatinate (α) peu soluble dans l'eau froide. Par concentration et refroidissement successifs, on voit bientôt succéder aux cristaux rouge orangé des cristaux, non aiguillés comme les précédents, d'un autre chloroplatinate jaune légèrement orangé (β), plus soluble à froid que le premier. Enfin le chloroplatinate de triéthylamine, qui se concentre dans les dernières eaux mères, peut être isolé à l'état de

cristaux. Les chloroplatinates (α) et (β) sont purifiés par deux ou trois cristallisations. Voici leur analyse :

		Trouvé.	Calculé.
Chloroplatinate (α)....	Platine.....	25,7-25,8	25,8
	Chlore.....	37,2	37,2
Sel (β).............	Platine.....	25,8	25,8
	Chlore.....	37,2	37,2

» La triéthylamine commence donc à agir sur la trichlorhydrine comme la potasse. Elle lui enlève HCl et la transforme en un mélange des deux glycides chlorhydriques ou propylènes bichlorés isomères $CH^2 = CCl - CH^2Cl$, bouillant à 94°, et $CHCl = CH - CH^2Cl$, bouillant à 106°. Ceux-ci s'unissent alors à la triéthylamine en excès et forment les deux chlorures isomères formulés plus haut, et dont les chloroplatinates (α) et (β) sont représentés par

$$\underbrace{PCl^4, \left[Cl, Az\left\{\begin{matrix} CH^2 = CCl - CH^2 \\ (C^2H^5)^3 \end{matrix}\right.\right]^2}_{\text{Chloroplatinate } (\alpha).} \quad \text{et} \quad \underbrace{PCl^4, \left[Cl, Az\left\{\begin{matrix} CHCl = CH - CH^2 \\ (C^2H^5)^3 \end{matrix}\right.\right]^2}_{\text{Chloroplatinate } (\beta).}$$

» Les faits qui suivent démontrent bien que les choses se passent en effet ainsi.

» Si l'on chauffe de la triéthylamine avec de la trichlorhydrine en excès, l'eau ajoutée au produit de la réaction sépare une huile qu'on agite avec de l'acide chlorhydrique étendu, pour lui enlever la triéthylamine qu'elle peut contenir. Après dessiccation, cette huile fournit aisément par la distillation fractionnée le mélange des deux glycides dichlorhydriques isomères, qui passe de 94° à 108°.

» *Action de la triéthylamine sur les glycides dichlorhydriques.* — Le premier (α) $CH^2 - CCl - CH^2Cl$, qui bout à 94°, attaque déjà à froid la triéthylamine. L'action marche rapidement à 100° et, au bout de quelques heures de chauffe, tout est pris en masse solide (1^{vol} glycide dichlorhydrique pour 1^{vol},5 triéthylamine). On n'observe aucun dégagement gazeux. L'excès de triéthylamine est enlevé par l'évaporation au bain d'eau bouillante. En ajoutant de l'eau et du chlorure platinique, on obtient par refroidissement une très belle cristallisation de longues aiguilles rouge orangé du chloroplatinate (α). Par concentration et refroidissement successifs, on ne voit se

déposer que ce sel et point de chloroplatinate jaune (β). Les dernières eaux mères ne fournissent que des quantités insignifiantes de chloroplatinate de triéthylamine.

» N'ayant point à ma disposition le second glycide chlorhydrique (bouillant à 106°), $CHCl=CH=CH^2Cl$, assez difficile à se procurer d'ailleurs, j'ai répété l'expérience précédente, en opérant avec le mélange des deux isomères que donne l'action de la potasse solide concassée sur la trichlorhydrine. Comme il fallait s'y attendre, on a obtenu avec le chlorure platinique les deux chloroplatinates isomères (α) et (β), celui-ci se déposant le dernier. Il ne s'est formé que des traces de chloroplatinate de triéthylamine.

» Ainsi, au lieu de fixer deux molécules de triéthylamine, comme l'existence de deux groupes CH^2Cl dans la trichlorhydrine symétrique pouvait le faire supposer, celle-ci perd de l'acide chlorhydrique dont le chlore est pris en partie à un groupe CH^2Cl, en partie au groupe médian CHCl. Quant aux deux glycides dichlorhydriques isomères résultant de cette élimination, calquée sur celle que produit la potasse et qui contiennent tous deux un groupe CH^2Cl, ils suivent la loi des éthers chlorhydriques des alcools primaires monoatomiques et fixent simplement la triéthylamine. Les deux chlorures d'ammonium quaternaires qu'ils fournissent sont aisément décomposés par l'oxyde d'argent récemment précipité et donnent des hydrates d'ammonium, qui précipitent la chaux du chlorure de calcium. Je ne les ai pas étudiés. »

MINÉRALOGIE. — *Note sur l'étude du longrain et la mesure de la schistosité dans les roches schisteuses, au moyen de leurs propriétés thermiques.* Note de M. **Éd. Jannettaz**, présentée par M. Daubrée.

« J'ai déjà eu l'honneur d'insérer, dans les *Comptes rendus*, les résultats de mes premières recherches sur la propagation de la chaleur dans les roches schisteuses [1]. J'ai fait un très grand nombre d'observations depuis cette époque; j'ai trouvé entre elles un si parfait accord, que je puis maintenant les résumer en quelques lignes.

» J'avais, dès le principe énoncé cette première loi, qui ne m'a jamais présenté aucune exception, à savoir que la chaleur se propage plus facile-

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXVIII (27 avril 1874) et t. LXXXI (20 décembre 1875).

ment suivant le plan de la schistosité que suivant la direction perpendiculaire.

» Ce fait acquis, j'ai dû me demander si toutes les directions du plan de schistosité conduisaient également bien la chaleur. En fondant une couche de graisse, étalée sur des plaques de direction connue, suivant la méthode de de Senarmont, mais au moyen de mon appareil, composé d'une petite sphère de platine, que j'échauffe, en la faisant traverser par un courant électrique, et que j'applique en un point quelconque de la plaque, j'ai construit les surfaces isothermes qui caractérisent les roches schisteuses.

» Ces roches présentent, comme les cristaux, pour surface isotherme, un ellipsoïde, dont les trois sections principales sont le plan de schistosité, contenant le grand axe et l'axe moyen, et deux plans perpendiculaires entre eux et au précédent, contenant l'un le grand axe et le petit, l'autre le moyen et le petit axe de l'ellipsoïde. Il arrive cependant que les deux axes du plan de schistosité deviennent égaux; dans ce cas, l'ellipsoïde est de révolution; il est, en outre, déprimé, ayant son petit axe perpendiculaire au plan de schistosité. Mais très fréquemment ces deux axes sont inégaux; quelle est leur direction?

» Qu'on visite des ardoisières, comme je l'ai fait pour un grand nombre, on verra que, partout, les ouvriers profitent d'une première division, en général, très facile, la *schistosité,* que j'appelle le *premier clivage,* pour abattre la roche en lames d'une grande étendue superficielle; puis, d'une seconde direction plane, de division moins facile que la précédente, à laquelle ils donnent les dénominations de *longrain,* de *long,* de *fil,* suivant les localités différentes où ils travaillent, et que j'appelle *deuxième clivage,* pour débiter ces lames en bandes étroites. Ils découpent ensuite ces bandes en petites tablettes, au moyen d'instruments tranchants, pour obtenir des ardoises de la longueur voulue.

» La relation entre ces deux plans de division ou de clivage et les sections principales de la surface qui mesure la conductibilité thermique est des plus simples. L'intersection de ces plans est parallèle au grand axe, et le plan de schistosité est perpendiculaire au petit axe de la surface isotherme. En d'autres termes, le grand axe de cette surface est parallèle au longrain ou second clivage, et le petit axe en est perpendiculaire au premier clivage ou plan de schistosité.

» J'ai vérifié ces résultats sur un grand nombre d'échantillons que j'ai recueillis sur place, en y inscrivant la direction du longrain, souvent invi-

sible pour tout autre qu'un ouvrier de chaque ardoisière. Il faut remarquer que ces ardoises appartiennent aux terrains les plus différents. Celles d'Angers (Maine-et-Loire), de Fumay (Ardennes), sont classées dans le terrain ou système diluvien; celles de Saint-Michel, en Maurienne, datent du système houiller; celles d'Allevard, de la Paute, de Vénosc, près le Bourg-d'Oisans, de Saint-Colomban-des-Villars (Savoie), datent du lias, un des groupes du système jurassique; enfin, celles de Saint-Julien et de Villars-Gondran, Savoie (Maurienne), font partie du nummulitique, un des membres du système tertiaire.

» J'ai retrouvé la même loi dans un grand nombre de schistes cristallisés ou argileux de différents terrains qu'on ne pourrait pas exploiter, mais qui n'en possèdent pas moins deux plans de clivage et un ellipsoïde isotherme orienté comme je l'ai dit plus haut.

» Enfin j'ai pu étudier, au moyen de mes courbes, l'influence de la composition des roches sur le développement de leur structure schisteuse ou pseudo-cristalline. Pour éclaircir cette question, je ne puis, dans cette Note, que rappeler les expériences célèbres de Sorby, et surtout celles de M. Daubrée sur la schistosité et les diaclases. Or, jusqu'ici, le longrain me paraît lié aux diaclases; il me paraît être une dérivation de la schistosité. En tout cas, schistosité, longrain, diaclases, tous ces plans de séparation proviennent dans les roches des actions mécaniques auxquelles elles ont été soumises.

» Ces préliminaires étant posés, si l'on compare entre elles les différentes couches du lias de la Paute et de Vénosc, localités voisines du bourg d'Oisans (Isère), on voit que ces couches sont d'anciennes marnes transformées en schistes par les actions mécaniques, auxquelles ont donné lieu les mouvements du sol. Cette transformation a produit, outre la schistosité, une cristallisation complète du calcaire, en même temps qu'une déshydratation et une cristallisation partielle de l'argile primitive. Les coupes de cette région, que nous ont fait connaître les belles observations de M. Lory, nous montrent ces schistes plissés, contournés de la façon la plus bizarre. Une schistosité presque verticale y est commune à tous les bancs. J'ai constaté que les feuillets se dirigent tous d'environ N. 30° E. à S. 30° O., et que le longrain est aussi sensiblement vertical et perpendiculaire à la direction précédente.

Voici maintenant le Tableau comparatif de la teneur en argile des bancs calcaires qui composent le massif voisin de la Paute, et des rapports des

axes de l'ellipse isotherme qu'on observe sur des sections perpendiculaires à leur schistosité :

	Teneur de la roche en carbonate de chaux.	en argile.	Rapport des axes de l'ellipse isotherme.
La Paute	90	10	1,07
»	65	35	1,30
»	50	50	1,42
Vénosc	25	75	2,00

CHIMIE MINÉRALE. — *La lithine, la strontiane et l'acide borique dans les eaux minérales de Contrexeville et de Schinznach (Suisse)*. Note de M. **Dieulafait**, présentée par M. Berthelot.

« Les recherches géologiques que je poursuis depuis plus de quinze ans, sur les terrains salifères de l'Europe occidentale et sur l'origine des substances salines qu'ils renferment en couches ou en amas, m'ont amené à cette conclusion, que ces substances salines proviennent directement, ou par voie de redissolution, de l'évaporation des anciennes mers. L'observation géologique des terrains m'avait amené à cette conclusion, mais la Chimie pouvait seule me fournir la preuve de son exactitude. Pour cela, j'ai étudié comparativement, et jusque dans ses détails, la composition chimique des dépôts salins qui existent dans notre globe et ceux qu'abandonnent les eaux des mers modernes, quand elles s'évaporent à la température ordinaire. Dans une conférence que M. Milne Edwards a bien voulu m'appeler à faire à la Sorbonne, et que j'ai l'honneur d'offrir à l'Académie, j'ai résumé plusieurs des points qui, dès aujourd'hui, restent acquis pour mes recherches. L'une des conclusions auxquelles je suis arrivé est relative à la question si importante, et encore aujourd'hui si controversée, de l'origine des eaux minérales salines. Ces eaux se minéraliseraient dans les horizons salifères du permien, du trias et de la formation tertiaire, et les sels qu'elles contiennent n'auraient pas une origine intérieure, mais auraient déjà appartenu aux anciennes mers.

» Si cette conception est vraie, on doit retrouver dans les eaux salines toutes les substances qui existent dans les eaux des mers. Parmi ces substances (pour m'en tenir à celles que j'ai spécialement étudiées jusqu'ici) il en est trois qu'il faut placer au premier rang, la lithine, la strontiane et l'acide borique. En outre, mes études sur les eaux marines m'ont montré

que ces trois substances doivent se rencontrer dans les eaux salines, en quantités relativement considérables, et je précise ce dernier point en disant que, si ma conception est vraie, on doit obtenir le spectre de la lithine avec le produit de l'évaporation de 1^{cc} d'eau, et souvent même avec une fraction de goutte; le spectre de la strontiane, avec 5^{cc}, et la réaction absolument nette de l'acide borique avec une quantité d'eau qui aura rarement besoin de dépasser 100^{cc}.

» Dans les études de vérification que je poursuis, à mesure que les circonstances me le permettent, je m'attache exclusivement aux analyses qui ont été exécutées à l'aide de l'analyse spectrale. A ce point de vue, les eaux de Contrexeville et de Schinznach s'imposaient spécialement à mon attention.

» I. Eau de Contrexeville. — *Lithine.* — La lithine existe en quantité considérable dans l'eau de Contrexeville : c'est un point qui a été établi par un Membre de l'Académie, M. Debray.

» *Strontiane.* — Ossian Henry avait signalé des traces de strontiane dans les eaux de Contrexeville, mais l'étude de ces eaux, reprise récemment par M. le Dr Debout d'Estrées, inspecteur des eaux de Contrexeville (*Journal de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXX), dans les conditions les plus favorables et par l'emploi de l'analyse spectrale, a conduit à des résultats complètement négatifs, bien qu'il eût employé 10^{lit} d'eau. Cependant l'eau de Contrexeville renferme de la strontiane en quantité suffisante pour que le spectre de cette substance puisse apparaître, d'une manière presque brillante, avec le produit de l'évaporation de 5^{cc} d'eau. Le résultat négatif auquel est arrivé M. Debout tient à cette circonstance, qu'il a supposé que la strontiane, si elle existait, devait se trouver dans les eaux de Contrexeville à l'état de bicarbonate, qu'elle devait dès lors se rencontrer dans le précipité calcaire qu'abandonne cette eau quand elle a été soumise pendant quelque temps à l'ébullition. Mes recherches sur les eaux des marais salants m'ont montré, au contraire, que la strontiane existe surtout à l'état de sulfate (dissoute à la faveur des chlorures). C'est sous cet état que la strontiane se trouve dans les eaux salines, et en particulier dans celles de Contrexeville. Voilà pourquoi elle a complètement échappé à M. Debout. Si, au lieu de la chercher dans un premier précipité, il l'eût cherchée dans son second (obtenu par l'action de l'oxalate d'ammoniaque), il l'aurait immédiatement trouvée.

» II. Eau de Schinznach. — L'eau de Schinznach se minéralise dans le trias, mais elle présenterait une exception complète, qui m'a été bien souvent opposée comme constituant une objection absolue à la manière dont j'explique la formation des eaux minérales salines. Les eaux de Schinznach, en effet, ont été analysées en 1866 par M. L. Grandeau, à l'aide de la méthode spectrale; la conclusion de ce savant a été la suivante :

« L'analyse spectrale appliquée à l'examen des eaux mères (provenant de l'évaporation » de 177^{lit}) ne m'a fait découvrir la présence d'aucun des métaux dont cette belle mé- » thode d'analyse permet de constater les plus minimes quantités. »

» L'eau de Schinznach serait, d'après cela, dépourvue d'iode, de brome, d'arsenic, de

cœsium, de lithium et de strontiane (*Annales de la Société d'Hydrologie médicale*, t. XII, p. 336). M. Grandeau n'a pas recherché l'acide borique dans les eaux de Schinznach.

» *Lithine.* — La lithine est si abondante dans les eaux de Schinznach, qu'une seule goutte de cette eau, c'est-à-dire moins de $\frac{1}{25}$ de centimètre cube, est bien plus que suffisante pour donner *directement* le spectre de la lithine. L'eau de Schinznach est aussi riche en lithine que la moyenne des nombreuses eaux salines qu'il m'a été donné d'étudier jusqu'ici.

» *Strontiane.* — 4^{cc} de l'eau de Schinznach sont plus que suffisants pour donner le spectre de la strontiane, de la façon la plus caractéristique.

» *Acide borique.* — En traitant 25^{cc} d'eau de Schinznach suivant le procédé décrit dans mes Mémoires antérieurs, j'ai obtenu un résidu qui m'a donné, d'une façon complète, la réaction de l'acide borique, soit par la flamme de l'hydrogène, soit par l'analyse spectrale : ce n'est même pas là une limite minimum.

» De ces recherches, il résulte que les eaux de Schinznach, qui se minéralisent dans le trias, contiennent, comme toutes les eaux de cette classe, de la lithine en quantité tout à fait spéciale, de la strontiane et de l'acide borique. Dès lors, ces eaux, au lieu de constituer une exception à la loi de formation des eaux minérales salines, telle que je l'ai formulée, la confirment au contraire de la manière la plus complète. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Expériences sur la calcination de l'alunite en poudre, destinée à la fabrication de l'alun et du sulfate d'alumine.* Note de M. P. GUYOT.

« L'alunite crue en poudre soumise à l'expérience provient de la mine de la Tolfa, près de Civita-Vecchia (Italie); elle a été, comme à l'ordinaire, tamisée à la toile n° 60.

» La composition centésimale du produit sec est la suivante :

Sulfate de potasse	14,00
Sulfate d'alumine correspondant au sulfate de potasse	26,55
Sulfate d'alumine libre	6,56
Alumine anhydre libre	18,58
Eau d'hydratation	11,90
Peroxyde de fer	0,80
Résidu siliceux	21,61
	100,00

» La même poudre a été grillée dans les quatre essais exécutés; on a employé chaque fois dix tonnes de produit.

» On a dans l'alunite deux produits importants pour la fabrication de

l'alun, soit de l'alun et du sulfate d'alumine insolubles (basiques) et de l'alumine libre.

» Il a été constaté que, lorsqu'on soumet ce minerai au grillage, l'alumine perd la première son eau de combinaison et devient ainsi soluble dans les acides, tandis que l'alun et le sulfate d'alumine basiques exigent plus de temps à la calcination pour devenir solubles dans l'eau. De plus, l'alumine soumise à une température élevée passe à un état inattaquable par les acides; par conséquent sa solubilité varie en raison de la température subie. Il s'ensuit que si, d'une part, on obtient toute l'alumine libre attaquable par les acides (ce qui arrive à une température modérée), d'autre part, on a une perte d'alun naturel à l'état insoluble.

» Il convient donc, pour la calcination, de s'en tenir à l'expérience qui, suivant l'analyse, donne une perte moindre de ces produits, tout en occasionnant des dépenses de calcination moins élevées.

» Le Tableau suivant résume les résultats et les données des quatre expériences que nous avons réalisées.

	N° 1.	N° 2.	N° 3.	N° 4.
Données.				
Température de la calcination	900°	800°	700°	600°
Durée de la calcination par charge	$1^h,45$	3^h	3^h	$5^h,15$
Poids par charge	645^k	645^k	645^k	645^k
Charbon brûlé pour 10 tonnes de minerai	2125	2155	1648	2212
Perte à la calcination	16,96 %	19,06	16,82	16,87
Résultats.				
Sulfate de potasse soluble	12,00	15,00	8,50	7,64
Acide sulfurique anhydre, à l'état de sulfate d'alumine soluble	11,62	11,10	7,92	8,00
Alumine anhydre en raison du quantum de sulfate de potasse soluble	7,04	8,85	4,99	4,49
Albumine anhydre, en excès, soluble dans les acides	23,00	24,00	20,16	23,00
Sulfate de potasse insoluble	4,28	1,80	7,02	7,56
Sulfate d'alumine insoluble	8,30	3,52	14,99	14,84
Alumine, en excès, insoluble dans les acides	»	»	3,60	»
Peroxyde de fer	1,00	1,00	1,00	1,00
Résidu siliceux	32,76	34,73	31,82	33,47
	100,00	100,00	100,00	100,00

» *Conclusions.* — Suivant les résultats ci-dessus, c'est la deuxième calcination qui doit être préférée, puisque presque toute l'alumine en excès se

trouve, dans la poudre calcinée, à l'état attaquable par les acides et qu'on laisse dans le résidu peu de sulfate de potasse à l'état d'alun insoluble. »

PHYSIOLOGIE COMPARÉE. — *Sur les anastomoses des fibres musculaires striées chez les Invertébrés.* Note de M. **Jousset de Bellesme**, présentée par M. Robin.

« .... Les faisceaux primitifs dont se composent les muscles striés des animaux invertébrés présentent fréquemment entre eux des anastomoses, ce qui n'a pas lieu dans les muscles des Vertébrés, si ce n'est dans certains organes spéciaux, comme le cœur.

» Dans le tube digestif des larves d'Insectes, les faisceaux primitifs se séparent souvent en parties plus ou moins volumineuses lesquelles vont se rendre dans les faisceaux voisins. D'autres fois, l'anastomose se fait au moyen de fibrilles élémentaires qui abandonnent le faisceau pour aller se jeter dans un autre.

» Nulle part, que je sache, cette disposition ne se voit mieux et n'affecte une forme aussi élégante que dans les glandes gastriques [1] des Crustacés amphipodes et isopodes (*Gammarus, Ligia, Corophium*, etc.). Sur l'enveloppe transparente de ces longs cæcums sont jetés d'espace en espace des faisceaux de fibres striées qui font le tour du cæcum comme une jarretière. Tantôt la bandelette est complète, tantôt elle est interrompue ; mais dans les deux cas on voit sortir de ces bandelettes de minces fibrilles élémentaires qui vont se jeter, soit au-dessus, soit au-dessous, dans les bandelettes voisines. Ces fibres et ces fibrilles, se colorant très bien par le picrocarminate, sont très faciles à préparer.

» Nous pouvons tirer de ce fait quelques déductions assez nettes sur le rôle physiologique de ces anastomoses. Remarquons d'abord qu'il ne paraît pas y avoir une relation nécessaire entre l'état strié de la substance musculaire et l'accomplissement des mouvements volontaires, puisque nous retrouvons chez les Insectes et les Crustacés des fibres striées dans le tube digestif et dans ses annexes glandulaires dont les mouvements, suivant toute probabilité, ne sont pas soumis à l'action de la volonté.

» En second lieu, il paraît y avoir, au contraire, un rapport constant

---

[1] J'entends par *glandes gastriques* des longs cæcums qui accompagnent le tube digestif et s'ouvrent à sa partie supérieure. Ces organes, appelés improprement *foie*, sont les glandes qui sécrètent les liquides propres à la digestion.

entre ce fait de l'anastomose des fibres musculaires et le mode de contraction des organes qui présentent cette disposition; car on retrouve chez les Crustacés dont je viens de parler la même propriété qui distingue les organes à fibres anastomosées des Vertébrés, la propriété, comme pour le cœur, d'opérer leur contraction avec simultanéité dans toutes ses parties.

» La transparence de beaucoup de ces jeunes Crustacés permet d'observer directement sur l'animal vivant le fonctionnement des fibres des cæcums gastriques, et l'on peut constater que rien ne ressemble mieux à la contraction d'un cœur que la contraction de ces organes.

» Ces glandes gastriques, formées d'un cæcum presque aussi long que le tube digestif, sont, selon toute apparence, le siége d'une sécrétion continue, tandis que le liquide sécrété n'est utilisé qu'à certains moments, ceux où un aliment pénètre dans l'estomac. Ce qui rend cette hypothèse très plausible, c'est qu'en ouvrant ces animaux on trouve souvent un ou deux de ces cæcums gonflés de liquide et les autres entièrement vides. Le même organe joue donc à la fois le rôle de glande, de réservoir de sécrétion et de conduit excréteur. La sécrétion se fait au moyen d'un épithélium qui tapisse l'intérieur de ce doigt de gant et, comme les autres cellules prennent naissance sur la paroi même, au fur et à mesure qu'elles évoluent, elles gagnent la partie centrale du tube, où elles accomplissent le dernier terme de leur existence, en se transformant en liquide. Le produit de la sécrétion s'accumule alors au centre du tube qui, lorsqu'il est plein, présente un axe liquide entouré d'une couche de cellules peu adhérentes à la paroi. C'est cet axe qui doit être seul expulsé par la contraction de l'organe. On comprend très bien, dans ce cas, l'utilité d'un resserrement simultané de tout le cæcum. Si celui-ci se contractait partiellement sous forme d'une onde progressant du fond vers l'orifice, les parois ne pouvant se rapprocher assez pour se mettre en contact à cause du revêtement épithélial, le liquide central pourrait fuir derrière la partie contractée; tandis que, si les parois du cæcum se rapprochent à la fois dans toute la longueur de l'organe, l'effet de la contraction s'exerce sur tonte la portion liquide qui est projetée hors du cæcum. C'est précisément cette simultanéité dans la contraction que les anastomoses servent à obtenir, et il n'est pas sans intérêt de constater que le même effet se trouve produit dans les muscles des Invertébrés et dans ceux des Vertébrés par la même disposition organique. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur les fonctions de la glande digitiforme ou superanale des Plagiostomes.* Note de M. R. **Blanchard**, présentée par M. Paul Bert.

» En 1878, pendant mon séjour à l'Institut embryologique de l'Université de Vienne, j'ai pu, sous l'habile direction de M. le professeur S.-L. Schenk, entreprendre une série de recherches sur la structure et le développement de l'appendice digitiforme de l'intestin des Poissons plagiostomes ([1]). J'ai montré que, contrairement à l'opinion qui avait alors cours dans la Science, cet organe n'est point une glande en grappe, mais bien une glande en tube d'une espèce particulière, que j'étais le premier à décrire. Depuis, le Dr J. Mac-Leod, a retrouvé une structure analogue, quoique plus compliquée, dans la glande de Harder du Canard domestique ([2]).

» La structure de l'appendice digitiforme de l'intestin des Plagiostomes est donc actuellement connue, mais on ignore encore quelles fonctions sont dévolues à cet organe. La présente Note a pour but de combler cette lacune.

» Pendant l'été dernier, j'ai commencé, à la station maritime de Physiologie récemment installée au Havre, sous la direction de M. le professeur Paul Bert, une série d'expériences sur la physiologie de la digestion chez les Poissons. Une des premières recherches que j'aie entreprises a porté sur la glande digitiforme.

Cet organe étant trop petit pour qu'il soit possible d'en extraire le suc par une autre méthode que celle de l'infusion dans une petite quantité d'eau distillée, je m'en suis tenu exclusivement à ce procédé classique. Mes expériences ont été faites sur *Acanthias vulgaris*, *Mustelus vulgaris*, *Scyllium catulus*, *Scyllium canicula*, *Raja punctata* et *Raja maculata*. Chacune d'elles a

---

([1]) Raphael Blanchard, *Mittheilungen über den Bau und die Entwickelung der sogenannten fingerförmigen Drüse bei den Knorpelfischen* (*Mittheilungen aus dem embryologischen Institute an der Wiener Universität*, t. I, p. 179-172, 1878, avec deux planches).

Recherches sur la structure et le développement de la glande superanale (digitiforme) des Poissons cartilagineux (*Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*; 1878). Cette dernière Note n'est qu'un résumé de la précédente.

([2]) J. Mac-Leod, *Sur la structure de la glande de Harder du Canard domestique* (*Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, 2e série, t. XLXII; juin 1879).

été répétée plusieurs fois, surtout celles qui se rapportent à la grande et à la petite Roussette, et toujours les résultats ont été concordants.

» La glande, observée sur le vivant, a une réaction alcaline des plus nettes. Le suc dilué provenant de l'infusion a toujours été séparé en deux portions : l'une était mise à froid, c'est-à-dire à la température du laboratoire (18° en moyenne), en présence des substances à digérer; l'autre était placée dans une étuve maintenue à 37°. Dans presque tous les cas, la digestion s'est faite notablement plus vite à chaud qu'à froid.

» C'est un fait bien connu que, chez les animaux à température constante, les ferments digestifs acquièrent leur maximum d'activité lorsqu'ils agissent à une température de 37° à 40°. On pourrait se demander si, chez les Vertébrés à température variable, ces ferments ne seraient pas remplacés par d'autres, dont le maximum d'activité serait atteint par une température moyenne de 18° à 20°. L'observation qui précède, bien qu'insuffisamment démonstrative, prouve néanmoins que cette supposition n'est pas fondée et tend à faire admettre que les ferments digestifs des Poissons sont de même nature que ceux des Mammifères.

» Le suc extrait de l'appendice digitiforme, mis en présence des matières albuminoïdes (albumine du blanc d'œuf coagulée par la chaleur, fibrine du sang gélifiée par l'acide chlorhydrique à 2 ou 3 pour 1000), demeure sans action; il n'agit point non plus sur le sucre de canne. En revanche, il émulsionne très fortement la graisse (huile d'olives) et transforme énergiquement en glycose l'amidon cuit ou cru; la transformation de l'amidon cru est toutefois moins rapide que celle de l'amidon cuit. Cette glande produit donc un ferment diastasique et un ferment émulsif. Si à ces deux ferments venait s'en ajouter un troisième, analogue à la pepsine, on pourrait dire que la glande superanale des Plagiostomes est, physiologiquement du moins, un véritable pancréas.

» Une dernière question reste à élucider : cette glande, dont l'action digestive est si énergique, joue-t-elle véritablement un rôle dans les phénomènes de la digestion? Cela est peu probable. En effet, cet organe, situé au delà de l'intestin spiral, à quelques millimètres du cloaque, se trouve en une région où les matières ingérées dans le tube digestif n'arrivent qu'après avoir subi l'action prolongée du suc pancréatique; il n'y a du reste, dans cette région extrême de l'intestin, ni réseau vasculaire ni villosités au moyen desquels l'absorption puisse se faire. Enfin, lorsqu'ils arrivent dans cette région, les aliments sont déjà complètement digérés et transformés en matières fécales; ils ne font guère que la traverser, pour

être immédiatement expulsés au dehors. Il est donc vraisemblable, chose curieuse, que nous nous trouvons ici en présence d'un organe qui, bien que doué de propriétés digestives très nettes, ne concourt en aucune façon à la transformation des matières alimentaires. »

HISTOLOGIE. — *Evolution de l'épithélium des glandes à venin du Crapaud.* Note de M. G. CALMELS, présentée par M. Vulpian ([1]).

« Leydig, il y a longtemps déjà, a étudié l'anatomie de la peau chez les Reptiles et les Amphibiens. MM. Cloëz et Gratiolet ont montré, en 1851, que le produit de la sécrétion de ces glandes, chez certains Amphibiens, notamment chez le Crapaud, est venimeux; M. Vulpian, en 1854, a déterminé les caractères physiologiques de l'empoisonnement par ce venin.

» D'après le conseil de M. Bochefontaine, j'ai entrepris, au laboratoire de l'Hôtel-Dieu, sur l'épithélium des glandes à venin du Crapaud, une série de recherches dont cette Note est le résumé succinct.

» Les glandes à venin occupent toutes la peau de la partie supérieure du corps, tronc et membres. Les glandes de la partie inférieure ne sont pas vénénifères.

» Les glandes à venin sont des culs-de-sac acineux simples, qui débouchent à la surface du tégument cutané par un conduit excréteur très étroit. Leur cavité est plus ou moins considérable et les amas glandulaires parotidiens sont composés de cavités beaucoup plus grandes que celles des autres parties du corps. Elle se distingue des cavités glandulaires de la peau du ventre en ce qu'elle contient un liquide laiteux, produit par des cellules spécifiques ou vénénifères.

» Ces cellules deviennent vénénifères par suite de modifications successives qui n'ont pas lieu simultanément dans toutes les glandes, de telle sorte que l'on peut étudier ces différents changements, en examinant les diverses glandes d'une préparation de la peau de la région dorsale d'un Crapaud.

» Prenons une glande distendue par le venin, ayant acquis son volume maximum et voyons quelle est sa structure.

» La paroi de ce cul-de-sac glandulaire rempli de liquide est tapissée dans toute son étendue par une couche de cellules plates, nucléées, endothéliales. Le suc abondant contenu dans le cul-de-sac est une matière mu-

([1]) Travail du laboratoire de la Faculté de Médecine, à l'Hôtel-Dieu.

coïde parsemée de grains. Lorsque ce suc est expulsé de la glande, la paroi de cet organe revient sur elle-même. Dès ce moment, les cellules plates commencent à se modifier : elles grandissent, s'élèvent sur la paroi du cul-de-sac, prennent la forme cubique et se revêtent d'une cuticule. Ces mêmes modifications ont lieu lorsque le produit de sécrétion s'écoule peu à peu hors de la glande; elles deviennent de plus en plus manifestes au fur et à mesure que la cavité glandulaire se vide de son contenu et qu'elle revient de plus en plus sur elle-même.

» Toutes ces cellules, augmentant de hauteur, deviennent cylindriques, et leur noyau est clair, ainsi que le protoplasma qui présente çà et là quelques grains ou granulations.

» Elles prennent particulièrement la forme cylindrique au niveau de la paroi profonde des culs-de-sac; elles sont là disposées en arc de cercle, comme les petites cellules granuleuses des croissants dits de Giannuzzi, au fond des culs-de-sac de la glande sous-maxillaire du chien et du chat.

» Ces cellules du fond des culs-de-sac prennent plus tard, à l'exclusion des autres, la forme cylindro-conique ou en pain de sucre, en même temps qu'elles deviennent gigantesques.

» L'élaboration vénénifère s'accentue dans toute la masse du noyau des cellules cylindro-coniques, puis ce noyau se détruit et l'on ne trouve plus à sa place qu'une figure radiée contenant un grain rougi par le carmin qui correspond au nucléole. Le protoplasma des cellules augmente de plus en plus; les granulations y deviennent plus nombreuses; les cellules, qui acquièrent des dimensions gigantesques et finissent par éclater, remplissent alors le cul-de-sac de leur contenu, comme on l'a vu au commencement de cette description.

» Les cellules du fond de la paroi glandulaire deviennent seules vénénifères. Celles qui occupent le reste de la paroi glandulaire grandissent moins rapidement et n'arrivent jamais qu'à émettre un produit muqueux destiné à servir de véhicule à la matière granuleuse, au venin élaboré par les cellules vénénifères.

» A l'époque où les premières granulations de venin apparaissent dans les cellules cylindro-coniques, on aperçoit dans un coin de la base cellulaire une plaque protoplasmique légèrement recourbée, un nodule, puis un noyau. Cette plaque est une portion de la grande cellule dont elle occupe le pied et dont elle ne suit pas l'évolution générale. Lorsqu'elle passe à l'état de cellule indépendante, elle constitue la cellule endothéliale plate qui tapisse la paroi des culs-de-sac. Il y aurait lieu de rechercher si l'on trouve des

exemples de la reproduction cellulaire par le noyau du pied, chez les animaux supérieurs : par exemple, si la cellule muqueuse du cul-de-sac sous-maxillaire du chien reste réellement toujours la même et ne reforme jamais que son protoplasma, comme le croient M. Ranvier et M. J. Renaut.

» Quant aux grains du venin, ils ont la même apparence depuis le moment où ils apparaissent jusqu'à la parfaite constitution de la cellule vénénifère; ce sont des sphérules régulières, à peine brunies par l'acide osmique, colorées en jaune par le picro-carmin, ce qui leur donne le caractère de concrétions albumineuses du protoplasma.

» L'évolution normale de la cellule de la glande à venin peut être physiologiquement modifiée, par exemple, par l'excitation électrique de l'animal.

» Quand on soumet le crapaud à la faradisation, les cellules déjà chargées de venin ne changent pas, les cellules endothéliales et les noyaux du pied sont peu modifiés; mais, dans les glandes où le venin n'est pas en voie de formation, les jeunes cellules cylindriques du fond se remplissent rapidement de plasma non granuleux, se gonflent et forment des cellules gigantesques blanchâtres. Par conséquent, l'électrisation généralisée de l'animal provoque le gonflement des cellules destinées à former le venin, mais la matière qui s'y accumule n'offre en rien les caractères qui distinguent ce venin.

» Il importe de noter qne l'alimentation exerce une grande influence sur la régénération cellulaire, ainsi que Nüssbaum l'a déjà constaté. Cet auteur a vu aussi le noyau du pied qu'il appelle le *surnoyau*, mais il ne lui a pas attribué la fonction histologique qu'il me paraît remplir. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur deux* Plagiaulax *tertiaires, recueillis aux environs de Reims*. Note de M. **Lemoine**, présentée par M. A. Gaudry.

« Le genre *Plagiaulax*, décrit, pour la première fois, par M. Hugh Falconer, et qui a été l'objet d'un Mémoire de M. Owen, se distingue de tous les types de Mammifères jusqu'ici connus par ses étranges prémolaires. Il n'y a guère que la prémolaire unique de l'*Hypsiprymnus* actuel qui rappelle les prémolaires multiples du *Plagiaulax*.

» M. Marsh, en novembre 1879, a signalé une nouvelle forme du même groupe; mais, les quatre prémolaires ne présentant de dentelures que sur

leur bord tranchant, le savant paléontologiste américain a cru devoir proposer le nouveau nom générique de *Ctenacodon*.

» Le *Plagiaulax* de M. Falconer provient du calcaire de Purbeck, le *Ctenacodon* de M. Marsh des couches jurassiques du Wyoming; ces nouvelles formes mammalogiques semblaient donc spéciales aux terrains secondaires, quand, en 1879, j'ai trouvé dans l'éocène inférieur des environs de Reims, mélangées à diverses pièces osseuses de la faune cernaysienne, les prémolaires isolées d'un *Plagiaulax*.

» En octobre 1880, j'ai pu recueillir un fragment de mandibule inférieure, portant une incisive bien intacte, ainsi qu'une prémolaire remarquable par son volume, qui contrastait avec les dimensions restreintes des premières prémolaires des *Plagiaulax* secondaires.

» M. A. Gaudry, en décembre 1880, a bien voulu faire une Communication à la Société géologique sur le *Plagiaulax* tertiaire des environs de Reims; il signalait à ce propos les relations du type éocène avec l'*Hypsiprymnus* et le *Bettongia* actuels, avec les types jurassiques d'Angleterre et même avec l'*Hypsiprymnopsis* ou *Microlestes* du trias.

» La découverte que j'ai faite, en juin 1881, d'une mandibule inférieure, à peu près complète, est venue confirmer les vues du savant professeur du Muséum.

» Le *Plagiaulax* tertiaire, comme l'*Hypsiprymnus* actuel, n'a qu'une seule prémolaire, relativement volumineuse. Cette prémolaire unique rappelle, par sa forme aplatie et ses stries latérales, la dernière prémolaire du *Plagiaulax* secondaire d'Angleterre.

» D'une autre part, ses deux arrière-molaires, cupuliformes et de dimensions fort exiguës, semblent construites sur le même type que les arrière-molaires du *Plagiaulax* secondaire et les dents isolées attribuées à l'*Hypsiprimnopsis* ou *Microlestes* du trias. Il ne serait donc pas contraire à toute vraisemblance d'admettre, comme termes d'une même série zoologique, le *Microlestes* triasique, regardé jusqu'ici comme la première forme connue du type mammifère, le *Plagiaulax* jurassique, le *Plagiaulax* éocène et, enfin, l'*Hypsiprymnus* actuel.

» Le *Plagiaulax* éocène se distingue, non seulement par sa paire unique de prémolaires, mais par la courbure semi-ovalaire de ces dents, par des stries plus allongées, plus concaves, plus serrées et plus fines, notamment près du bord antérieur, par la forme plus allongée, plus étroite, et les bords plus crénelés de la première arrière-molaire, par l'allongement et la direc-

tion plus transversale du condyle articulaire, par le volume relativement considérable de certaines prémolaires : aussi croyons-nous nécessaire d'établir un nouveau nom générique, et nous proposerons, pour le Plagiaulax rémois, le nom de *Neoplagiaulax eocænus*.

» L'état de conservation des pièces que nous avons pu recueillir nous a permis d'établir les caractères précis de constitution et de structure des dents et du maxillaire, remarquable par la minceur de ses parois et sa porosité. Nous avons pu acquérir des données toutes nouvelles sur les dents du maxillaire supérieur, sur divers os des membres, notamment l'humérus et le fémur, car les parties décrites des *Plagiaulax* secondaires ne se rapportaient qu'au maxillaire inférieur.

» Les prémolaires supérieures nous ont paru se distinguer facilement des prémolaires inférieures par leur forme et leurs stries plus régulières. Les molaires voisines sont garnies de trois rangs de denticules, la rangée médiane, plus saillante correspondant à la dépression cupuliforme des molaires inférieures. Les os des membres sont spongieux, et le fémur, par suite du développement de ses trochanters, semble assez bien se prêter à l'hypothèse d'une station bipède.

» Ajoutons que la conformation de ces nouvelles pièces, ainsi que la disposition toute spéciale de l'incisive, bien remarquable par sa bande antérieure d'émail, semble indiquer des affinités à la fois avec certains macropodes de petite taille et divers rongeurs actuels.

» Si le plus grand nombre des pièces recueillies dans l'éocène rémois indique des affinités plus étroites avec le *Plagiaulax* du calcaire de Purbeck d'Angleterre, certaines dents, par suite de leur forme plus allongée et de leurs denticules limités à leur bord supérieur, rappellent singulièrement le *Ctenacodon* américain. Nous proposons pour cette deuxième forme de *Plagiaulax* tertiaire le nom de *Neoplagiaulax Marshii*. De même qu'un *Plagiaulax* secondaire a été rencontré en Amérique, un *Plagiaulax* tertaire, indiqué par une seule prémolaire, a été signalé en novembre 1881 par M. Cope (*American Naturalist*).

» Nous terminerons en signalant la découverte que nous avons faite dans ces derniers temps au milieu de la faune des sables à Térédines, séparée de la faune cernaysienne par la masse des argiles à lignites, de l'extrémité supérieure d'une dent qui, par sa forme à la fois acuminée et tranchante, et par la disposition de sa bande antérieure d'émail, ne laisse pas que de rappeler avec de plus grandes dimensions la même partie de l'incisive du *Neoplagiaulax eocænus*. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur le* Tingis *du Poirier*. Note de M. G. Carlet, présentée par M. P. Bert.

« Les *Tingis* sont des Hémiptères dont le plus connu est le *Tingis piri* Fabr., qui a, depuis longtemps, attiré l'attention des horticulteurs. Le *Tigre du poirier*, comme on l'appelle vulgairement, est, en effet, un véritable fléau pour les arbres auxquels il s'attaque; mais je puis affirmer, contrairement à ce que l'on a dit jusqu'ici, que ce n'est pas par sa piqûre qu'il est surtout nuisible.

» Les *Tingis*, aussi bien les larves que les nymphes et les adultes, occupent la face inférieure des feuilles, celle qui porte les stomates. Or, si l'on examine cette face, au printemps, à l'aide d'une forte loupe, on y voit, en outre des trois formes ci-dessus mentionnées, trois sortes de taches :

» 1° Des taches noires, plus ou moins circulaires et bombées, qui sont les déjections de l'insecte;

» 2° Des taches de même couleur que les précédentes, mais de forme différente, figurant un petit volcan surmonté de son cratère. Je me suis assuré que chacun de ces cratères renfermait un œuf. La femelle dépose donc ses œufs, au printemps, à la face inférieure des feuilles, ou plutôt elle les introduit, dans les parenchymes, au moyen d'une tarière assez compliquée;

» 3° De très petites taches brunes, à peine visibles, produites par les piqûres de l'insecte sous ses trois formes.

» Les déjections, allant toujours en s'accumulant, finissent, au bout d'un certain temps, par recouvrir un nombre considérable de stomates; ce sont elles qui nuisent surtout au végétal. Les feuilles atteintes se couvrent, à leur face supérieure, de ponctuations blanchâtres et n'accomplissent plus que très imparfaitement leur double fonction respiratoire et chlorophyllienne.

» La conséquence pratique de ce qui précède est la suivante :

» Au printemps, alors que les *Tingis* sont encore peu abondants, qu'il n'y a que quelques feuilles atteintes et que les œufs qui y ont été pondus ne sont pas encore éclos, on pourra, en détruisant ces quelques feuilles, faciles à reconnaître, lutter avantageusement contre un insecte qui, jusqu'à ce jour, a offert une très grande résistance aux divers traitements qu'on a tenté de lui appliquer. »

M. le **Secrétaire perpétuel** communique à l'Académie quelques-uns des documents qui lui ont été adressés, au sujet de l'aurore boréale observée le 17 novembre 1882 :

Note de M. Lamarre.

« Cherbourg, 18 novembre 1882.

» Une magnifique aurore boréale a été observée hier soir, 17 novembre, à Cherbourg, de 6^h à 7^h. Le segment brillant qui accompagne ordinairement le phénomène était visible encore à $8^h 30^m$, et s'étendait du nord-est à ouest-nord-ouest; il se fondait dans le ciel et n'était pas nettement découpé comme celui du 2 octobre dernier. La plus grande hauteur du segment pouvait atteindre 25° à 30°.

» L'aurore, au moment de son plus grand éclat ($6^h 45^m$), allait presque au zénith; elle était d'une splendide couleur rouge cramoisi, et offrait l'aspect de champignons vus en dessous, les tiges ayant été coupées. On aurait cru à un immense incendie, tellement les lueurs étaient vives.

» Par malheur, de gros cumulus ne laissaient voir le phénomène que par intermittences, et la Lune venait aussi, par son éclat, en atténuer l'effet.

» Je n'ai pas remarqué dans l'aurore d'hier soir les fuseaux lumineux qui se voyaient dans celle du 2 octobre, et qui, partant de l'horizon, se dirigeaient vers le pôle nord. »

Note de M. Le Goz.

« Saint-Brieuc, 18 novembre 1882.

» Je n'ai pas été témoin du commencement du phénomène, qui, d'après mes renseignements, a eu lieu vers 5^h du soir; les vents venaient du nord-ouest; le temps était presque calme; le ciel était couvert en grande partie de cirrho-cumulus.

» Quand je suis sorti, vers $5^h 15^m$, une coloration rouge d'une grande intensité régnait dans la partie nord-ouest de l'atmosphère; elle était beaucoup plus faible dans la direction du nord. Bientôt le nord a pris une coloration à peu près égale; celle du nord-est a été plus faible.

» Vers $5^h 20^m$, il s'est formé dans la constellation du Cocher une sorte d'ellipse lumineuse, ayant son foyer inférieur vers l'étoile α (la Chèvre); l'ovoïde, d'apparence légèrement verdâtre, s'est développé en très peu de temps (15^s au plus), s'est allongée vers le nord comme une immense queue de comète; puis, sortant comme d'un fourreau, le météore, dont la lumière était devenue complètement blanche, s'est transporté vers le nord et a disparu derrière des nuages dans la région du nord-ouest. La trajectoire a été parcourue en quelques secondes. Le grand diamètre se projetait à son maximum sur les $\frac{2}{3}$ environ de la distance de l'étoile la Chèvre au pôle; le petit diamètre était alors la douzième partie du grand. Ces appréciations ne peuvent être que vagues, car cette partie du phénomène s'est passée trop rapidement pour me permettre de rien préciser.

» La lueur rouge de la région polaire a persisté longtemps encore; tout était terminé vers 6h 35m.

» Les instruments télégraphiques ont mal fonctionné dans l'après-midi. »

Note de M. van Oordt, communiquée par M. Faye.

« Quiévy (Nord), le 17 mars 1882.

» En ce moment s'éteint une magnifique aurore boréale que j'ai regardée depuis 5h 45m, et à ce moment-là elle était accompagnée d'une nuée rouge-rose au nord-ouest. Celle-ci s'avança jusqu'au milieu de la Grande Ourse, puis retourna en arrière; pendant qu'elle s'effaçait, un léger arc rose bordait la circonférence de l'aurore. A l'extrémité de celle-ci apparut, vers 6h, un centre rose qui s'étendit en arc jusqu'à l'étoile polaire. Bientôt, près de celle-ci, apparurent des stries roses et bleues alternantes, puis des sortes de flammèches blanches s'avancèrent vers le zénith, le dépassèrent d'un mouvement rapide, et enfin devinrent un vrai nuage dans le voisinage de la Lune. A cet instant, à l'horizon Est, près de l'étoile de Procyon, apparut une lueur blanche conique qui, passant près de la Chèvre, suivit le bord rouge de l'aurore et s'étendit jusqu'à la Polaire. La partie voisine de l'horizon s'éteignit, et ce fut comme une ellipse (6h 20m) lumineuse qui, diminuant de volume dans sa marche, passa près de Wega et alla s'engloutir à l'horizon. Son voyage ne dura pas plus de deux ou trois minutes. La lueur parut se calmer, la bordure rouge s'affaiblit non sans lancer encore deux flammes vers le zénith. En ce moment, tout rentre dans le calme. »

Note de M. G. de Lalagade, *sur les perturbations magnétiques et électriques observées à l'aide du téléphone durant l'aurore boréale.*

« Albi, 18 novembre 1882.

» Le 17 novembre, vers midi, je fus surpris d'entendre, dans un téléphone placé sur un circuit souterrain, un roulement assez faible, mais rappelant le bruit d'une bobine Ruhmkorff, ou le tremblement d'une sonnerie électrique. L'aiguille du galvanomètre, qui d'ordinaire marquait 10° à 15° de déviation (courant terrestre), dépassait 20° et oscillait fréquemment.

» Sur chacun des quatre circuits aériens et souterrains que j'ai installés depuis bientôt une année, selon l'orientation nord et sud, est et ouest, avec des contacts à la terre, formés par des blocs de charbon de cornue, je plaçais tour à tour téléphone et galvanomètre; le roulement s'entendait beaucoup mieux lorsque le téléphone était intercalé dans le circuit allant de la plaque nord à la plaque sud.

» J'ai passé plusieurs heures à écouter ce bruit; par moment le roulement était subitement entrecoupé par un bruit sec, suivi d'un silence, ou s'affaiblissait jusqu'à ne plus être perceptible; puis il reprenait brusquement son maximum d'intensité.

» Ces perturbations électriques, observées surtout sur le fil souterrain de direction nord-sud; ce roulement téléphonique, qui ne ressemblait aucunement aux bruits qui se produisent brusquement dans la journée, surtout lorsque le temps est orageux (1); la déviation exagérée

(1) Note présentée à l'Académie (1878).

du galvanomètre; les legères oscillations de la boussole de déclinaison, ne laissaient aucun doute sur l'existence d'une aurore boréale, invisible sous la latitude où je me trouvais, 43°35′44″. — Au coucher du soleil, le temps était toujours pluvieux, de gros nimbus obscurcissaient la région nord du ciel; vers 6^h du soir, au milieu d'une éclaircie au nord-nord-ouest, on put voir une lueur rouge, à travers laquelle brillaient quelques étoiles; un rayon perpendiculaire d'une belle couleur rose descendait vers l'horizon.

» Dans la soirée, j'allai trouver le Directeur des Postes et des Télégraphes, qui s'empressa de me fournir tous les renseignements sur les perturbations observées sur les lignes télégraphiques. Dès $10^h 30^m$ du matin, les appareils marchaient seuls, les sonneries étaient agitées, la correspondance était impossible par moment, même sur les courtes lignes qui rayonnent dans le département; sur les longues lignes, surtout celle de Paris, les perturbations étaient très fortes. J'ai pu me rendre compte par moi-même que tous les fils de la région du nord et de l'est étaient le plus éprouvés.

» Vers 7^h du soir, le roulement n'était plus sensible dans le téléphone; mais un petit bruit sec, régulier, sorte de petit battement très lent, s'entendait encore. Vers 8^h du soir, même sur les longues lignes télégraphiques, toute perturbation avait entièrement cessé.

» J'ai déjà montré, dans plusieurs Notes, les services que le téléphone peut rendre à la Météorologie. On vient de voir que l'observation assidue de cet appareil, placé sur divers circuits orientés, m'a révélé, par des bruits anormaux et bien caractérisés, l'existence d'une aurore boréale.

» La grande sensibilité du téléphone en fait un appareil précieux pour ce genre d'études : c'est un nouveau moyen d'apprécier les plus faibles variations dans l'intensité du phénomène. »

M. J. Grelley adresse une Note relative à l'emploi, contre le typhus, de pilules de sulfure de fer, préparées avec de la fleur de soufre et de la limaille de fer.

La séance est levée à 5 heures. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 13 novembre 1882.

Mémoire sur le groupe nummulitique du Midi de la France. — Sur la position des sables de Sinceny. — Le terrain crétacé des Pyrénées (2e Partie), *terrain crétacé supérieur. — Rapport de M. Hébert sur la description géologique et paléontologique des Pyrénées de la Haute-Garonne; par M. Leymerie. — Nomenclature et*

classification géologiques. — Observations relatives au résumé, présenté par M. H. Magnan, de son travail sur la partie inférieure du terrain crétacé des Pyrénées; par M. Hébert. Sept brochures in-8°.

Paléontologie française ou description des fossiles de la France, terrain jurassique; liv. 55 : *Echinodermes réguliers; par* M. G. Cotteau; texte, feuilles 24 à 26 du t. X. Atlas, planches 359 à 370. Paris, G. Masson, 1882; in-8°. (Présenté par M. Hébert.)

La nouvelle vaccination. Discours prononcé à la 25e séance publique annuelle de la Société nationale d'Acclimatation de France, le 26 *mai* 1882; *par* M. H. Bouley. Paris, au siège de la Société, rue de Lille, n° 19, 1882; in-8°.

Ministère des Travaux publics. Direction des Cartes, plans et archives et de la statistique graphique. Album de Statistique graphique de 1882. Paris, Impr. nationale, 1882; in-4° cartonné.

Des pelotes stomacales des Léporidés; par M. Ch. Morot. Paris, Asselin et Cie, 1882; in-8°.

Unités et constantes physiques; par J.-D. Everett, traduit de l'anglais par J. Raynaud. Paris, Gauthier-Villars, 1883; in-8°.

Sur la polarisation rotatoire du quartz; par MM. J.-L. Soret et Ed. Sarasin. Genève, H. Georg; Paris, G. Masson, 1882; in-8°.

The germ theory of phthisis, verified and illustrated by the increase of phthisis in Victoria; by W. Thomson. Melbourne, Sands et Mc. Dougall, 1882; in-8°.

ERRATA.

(Séance du 13 novembre 1882.)

Page 895, la troisième colonne du tableau (force d'assimilation de l'eau) comprend les chiffres suivants : 0, 3, 2, 2, 5, 10.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 NOVEMBRE 1882.

PRÉSIDENCE DE M. JAMIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Observations des petites planètes, faites au grand instrument méridien de l'Observatoire de Paris pendant le troisième trimestre de l'année* 1882. Communiquées par M. Mouchez.

Dates. 1882.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
		(24) Themis.			
	h m s	h m s		° ′ ″	
Juill. 12....	10.10. 6	17.32.51,54	»	114.14.11,9	»
		(32) Pomone.			
			s		″
Juill. 12....	11.37. 2	19. 0. 1,76	— 3,18	104.27.14,7	+ 3,3
13....	11.32.11	18.59. 7,10	— 3,00	104.28.16,7	+ 2,2
18....	11. 8. 7	18.54.41,54	— 2,91	»	»
21....	10.53.49	18.52.11,37	— 2,79	»	»
22....	10.49. 5	18.51.22,98	— 2,94	104.40.13,5	+ 3,8
		(90) Antiope.			
Juill. 13....	11. 3.21	18.30.11,85	— 1,89	115. 9. 5,9	— 6,2
21....	10.26.10	18.24.27,51	»	115.17. 0,3	»

Dates. 1882.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
		③ Junon.			
	h m s	h m s	s	° ′ ″	″
Juill. 21....	11.41. 5	19.39.34,40	+ 4,72	94.58. 2,2	− 3,0
22....	11.36.16	19 38.41,46	+ 4,63	95. 2.46,2	− 4,2
26....	11.17. 3	19.35.12,04	+ 4,44	95.23. 5,1	− 4,6
Août 3....	10.39. 0	19.28.34,74	+ 4,40	96. 9.13,4	− 2,6
4....	10.34.17	19.27.47,97	+ 4,34	96.15.25,2	− 2,5
11....	10. 1.45	19.22.46,40	+ 4,31	97. 0.52,3	− 0,8
14....	9.48. 5	19.20.53,07	+ 4,20	97.21. 9,5	− 2,6
16....	9.39. 4	19.19.43,82	+ 4,30	97.34.54,3	− 1,7
17....	9.34.35	19.19.11,11	+ 4,32	97.41.49,5	− 1,0
Sept. 4....	8.18. 7	19.13.28,15	+ 4,07	99.46. 7,4	− 1,7
		② Pallas.			
Août 3....	11.46.38	20.36.23,81	− 0,66	75.10.52,6	− 0,5
4....	11.41.55	20.35.37,05	− 0,53	75.18.44,7	− 0,2
11....	11. 9. 8	20.30.15,27	− 0,54	76.19.43,0	+ 1,2
16....	10.45.47	20.26.37,60	− 0,55	77. 8.56,6	0,0
17....	10.41. 9	20.25.55,73	− 0,62	77.19.17,6	+ 0,1
23....	10.13.38	20.21.59,90	− 0,67	78.24.20,9	− 0,2
Sept. 2....	9.28.57	20.16.36,95	− 0,65	80.21. 4,5	+ 0,5
8....	9. 2.58	20.14.12,98	− 0,63	81.33.45,8	− 0,5
10....	8.54.28	20.13.34,33	− 0,42	81.58. 8,8	0,0
14....	8.37.41	20.12.30,85	− 0,44	82.46.48,6	+ 0,2
		⑨ Métis.			
Août 3....	11.55.16	20.45. 3,35	− 3,96	116.27.17,1	+10,7
4....	11.50.19	20.44. 1,67	− 3,65	116.31.59,7	+11,0 (1)
11....	11.15.42	20.36.54,91	− 3,88	117. 1. 3,9	+ 8,0
16....	10.51.16	20.32. 8,41	− 3,74	117.17.18,3	+ 8,6 (1)
		(138) Tolosa.			
Août 3....	12.22. 6	21.11.57,80	+ 7,30	112.42.35,1	−26,1
4....	12.17.16	21.11. 3,91	+ 7,40	112.46.57,5	−30,1 (1)
11....	11.43.27	21. 4.44,51	+ 7,36	113.14.52,5	−28,6
16....	11.19.28	21. 0.24,93	+ 7,56	113.30.37,6	−24,2 (1)
17....	11.14.43	20.59.35,08	+ 7,29	113.33.15,6	−25,0

(1) La position très basse de la planète et les conditions atmosphériques défavorables rendent ces observations un peu douteuses.

Dates. 1882.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
		(59) Elpis.			
	h m s	h m s	s	° ′ ″	″
Août 3....	12.31.58	21.21.51,15	+ 0,19	97. 9.12,2	+ 0,4
4....	12.27.16	21.21. 5,11	+ 0,23	97.15.26,1	− 3,4
11....	11.54.15	21.15.34,03	+ 0,13	98. 2.36,1	− 1,9
16....	11.30.39	21.11.37,08	+ 0,18	98.38.46,5	+ 1,2
17....	11.25.57	21.10.50,75	+ 0,45	98.46. 6,3	− 1,7
24....	10.53.15	21. 5.39,38	+ 0,20	99.38.24,4	+ 1,4
		(56) Mélété.			
Août 4....	13. 4.20	21.58.15,46	»	89.20.22,5	»
7....	12.51.39	21.57.21,76	+ 4,69	»	»
11....	12.32.14	21.53.40,20	+ 4,61	90. 4.14,3	−10,8
16....	12. 9. 4	21.50. 9,15	+ 4,72	90.42.24,7	−13,3
23....	11.36.39	21.45.14,51	+ 4,58	91.43. 3,4	−10,4
24....	11.32. 3	21.44.34,07	+ 4,70	91.52. 9,9	−12,5
30....	11. 4.40	21.40.45,72	+ 4,55	92.48.27,7	−13,1
Sept. 8....	10.24.46	21.36.13,91	+ 4,30	94.13.42,9	−11,5
		(12) Victoria.			
Août 4....	13.32.39	22.26.39,31	»	81.21.33,1	»
7....	13.19.10	22.24.57,40	−19,61	81.19.13,7	+80,5
10....	13. 5.28	22.23. 3,14	−20,01	81.20.17,7	+83,3
11....	13. 0.52	22.22.22,84	−19,99	81.21.24,7	+84,5
16....	12.37.37	22.18.46,63	−20,23	81.32.34,1	+88,4
17....	12.31.56	22.18. 1,21	−20,21	81.35.52,6	+88,1
ept. 2....	11.17.47	22. 5.44,34	−20,16	83.11.44,2	+99,4
5....	11. 3.56	22. 3.41,18	−19,87	83.36.41,2	+99,4
8....	10.50.16	22. 1.48,31	−19,38	84. 3. 2,8	+99,3
		(172) Baucis.			
Sept. 8....	11.12.10	22.23.46,58	»	96.59.58,6	»
14....	10.42.52	22.18. 2,63	»	96.54.50,1	»
15....	10.38. 3	22.17. 9,55	»	96.53.51,2	»
		(1) Cérès.			
Sept. 13....	11.44.14	23.15.38,01	+ 0,39	111.56.46,4	− 2,2
15....	11.34.42	23.13.57,46	+ 0,19	112. 4.52,2	− 3,1
27....	10.38. 9	23. 4.34.10	+ 0,26	112.37.18,3	− 1,9

Dates. 1882.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
		(21) LUTÉTIA.			
Sept. 14....	10h22m53s	21h58m 0s,61	»	108°22′26″,7	»
15....	10.18.26	21.57.29,29	»	108.23.59,5	»
		(62) ERATO (¹).			
Sept. 14....	11.34.27	23. 9.46,45	+ 0,08	97.55.26,8	+ 1,0
		(78) DIANE (¹).			
Sept. 14....	11.59.21	23.34.44,53	+ 0,53	87.41.42,8	— 6,6

» Les comparaisons de Cérès, Pallas et Junon se rapportent aux éphémérides du *Nautical Almanac*, celle de Diane à l'éphéméride publiée dans le n° 189 des circulaires du *Berliner Jahrbuch*; toutes les autres se rapportent aux éphémérides du *Berliner Jahrbuch*. »

PHYSIQUE DU GLOBE ET GÉOGRAPHIE MATHÉMATIQUE. — *Note sur la vérification et sur l'usage des Cartes magnétiques de M. le colonel Al. de Tillo*; par M. **Léon Lalanne**.

« L'importante Communication faite par M. l'amiral Mouchez, dans notre séance du 20 février dernier, lorsqu'il a présenté les quatre Cartes magnétiques dressées par M. le colonel de Tillo pour la presque totalité de l'Empire russe, avait pour moi un intérêt particulier.

» J'avais pris part, en 1837, sous la direction de M. Frédéric Le Play, à l'exploration que M. Anatole Demidoff avait entreprise au nord de la mer d'Azof, dans le bassin de Donetz; et, tout en me livrant à l'étude des terrains et des affleurements de combustibles minéraux dont la recherche était le but principal de l'expédition, j'avais eu occasion de relever en quelques points la déclinaison magnétique. Les Cartes de M. de Tillo permettant de trouver, pour une époque quelconque, à partir du premier tiers de ce siècle jusqu'à présent, les valeurs de la déclinaison dans ces contrées, il était naturel que j'en fisse usage pour comparer les indications qu'elles fournissent avec les résultats que j'avais obtenus il y a déjà quarante-cinq ans. Ce n'est pas sans hésitation que j'ai entrepris cette tâche, rendue assez pénible

(¹) On n'a pu s'assurer si l'astre observé était bien la planète.

par les défectuosités de l'exécution typographique. D'un autre côté, l'imperfection des instruments que j'avais été réduit à employer, surtout après les dislocations qu'ils avaient subies dans le long trajet parcouru alors exclusivement sur des routes ordinaires, les unes mal entretenues, les autres se réduisant à de simples frayés cahoteux à travers la steppe; la difficulté des observations faites par un seul opérateur inexpérimenté lui-même, n'ayant d'ailleurs que des aides dénués de toute connaissance spéciale; bien d'autres causes encore me faisaient craindre d'éprouver un gros mécompte en trouvant des discordances inavouables entre mes résultats de 1837 et ceux qu'ont obtenus des observateurs, tels que le général Sabine en 1842 et le colonel de Tillo en 1880. On va voir que ces appréhensions étaient heureusement fort exagérées.

» Les quatre points principaux où la déclinaison magnétique avait été relevée par moi, en 1837, sont la grande usine métallurgique que le gouvernement russe possède à Lougane (Louganski-Zavode), et trois villages ou stations des Cosaques du Don, à proximité ou sur le cours même du Donetz (petit Don), Goundoroskaïa, Kamenskaïa et Kalitvenskaïa, noms à la suite de chacun desquels on doit ajouter ou du moins sous-entendre la qualification de *Stanitza*. Pour en déterminer l'emplacement sur les Cartes de M. de Tillo, avec autant de précision que possible, j'ai commencé par consulter la belle Carte, à l'échelle de $\frac{1}{126000}$, actuellement fort avancée, et qui se publie sous la direction de l'état-major russe. A cette échelle (1 pouce de $25^{mm},39954$ pour 1500 sagènes ou pour 3 verstes, soit 4 lignes par verste de $1066^{m},781$), de simples bourgades occupent une étendue très sensible, surtout dans un pays où les habitations, même dans les communes rurales, sont très largement espacées entre elles. Il n'y a donc pas à s'étonner qu'à chacune des deux coordonnées géodésiques correspondent deux chiffres extrêmes entre lesquels doit se trouver le chiffre afférent à l'emplacement où les observations de 1837 ont eu lieu.

» Le tableau suivant donne, en regard des coordonnées ainsi relevées sur la Carte (zone XXV, col. 17; zone XXVI, col. 18 et 19), les latitudes résultant de mes observations :

Localités.	Latitudes observées en 1837.	Limites de latitude Nord.		Limites de longitude Est.	
1. Louganski-Zavode.	48°.33'.35"	48°.34'. 0"	48°.35'.30"	8°.57'.45"	9°. 0'. 0"
2. Goundoroskaïa st..	48.23. 2	48.22. 0	48.23. 0	9.40. 0	9.41.30
3. Kamenskaïa st....	48.17.19	48.19.20	48.20.30	9.54. 0	9.56. 0
4. Kalitvenskaïa st...	48.15.35	48.17.30	48.18. 0	10.11.20	10.12. 0

Les longitudes partent du méridien de Saint-Pétersbourg.

» On voit d'abord que les latitudes déterminées, en 1837, par l'observation des hauteurs méridiennes du Soleil, ne diffèrent pas de plus d'une ou deux minutes de celles qui résultent du relevé fait sur la nouvelle Carte de l'état-major russe. Les différences sont d'ailleurs absolument négligeables lorsqu'il s'agit de rapporter les points ci-dessus désignés sur la plus grande des Cartes de M. de Tillo, sur la Carte A, dont l'échelle est seulement de $\frac{1}{7350000}$ ou de 1 pouce pour 175 verstes, environ soixante fois moindre que celle de l'état-major.

» L'espace dans lequel les quatre localités sont renfermées n'a pas plus de 17′ en latitude, ni de 1° 13′ en longitude. Or, sur la Carte A, il n'y a que $0^m,016$ entre le 48ᵉ et le 49ᵉ degré de latitude, et par conséquent les quatre points ne s'étendent que sur moins de $0^m,005$ en hauteur; l'intervalle entre le 9ᵉ et le 10ᵉ degré de longitude est, comme entre le 10ᵉ et le 11ᵉ degré, est de $0^m,010$ à la hauteur de 48° 30′, et les quatre points n'occupent pas $0^m,012$ en largeur.

» J'ai marqué au crayon, sur la Carte A, en les affectant des numéros d'ordre ci-dessus, les points ainsi déterminés par leurs deux coordonnées géodésiques dans ce petit espace, et j'ai évalué, par des lectures approximatives, d'après les méridiens magnétiques tracés sur la Carte, la déclinaison de l'aiguille aimantée en chacun de ces points, en 1880.

» Mais mon but était, tout naturellement, de remonter à 1837, et comme sur la Carte A de M. de Tillo les méridiens magnétiques ne sont tracés que pour l'époque 1880, il faut, suivant la lettre de la méthode, avoir recours à la Carte B, sur laquelle ces méridiens sont tracés aussi pour 1842.

» Malheureusement les indications données par les deux Cartes ne sont pas suffisamment concordantes. D'abord les longitudes ne sont plus, sur la Carte B, rapportées au méridien de Saint-Pétersbourg comme sur la Carte A; c'est l'observatoire de Greenwich qui a été le point de départ, mais, en faisant la correction de 30° 18′ 27″, due à la différence des longitudes entre cet Observatoire et celui de Saint-Pétersbourg, on n'arrive qu'*à peu près* à repérer les deux Cartes l'une sur l'autre. Sans entrer dans les détails des comparaisons, il suffira de dire qu'à un même point soigneusement déterminé par sa latitude et sa longitude, sur l'une et sur l'autre Carte, ne correspondent pas, comme cela devrait être, des valeurs identiques de la déclinaison pour l'époque 1880.

» Il existe donc sur la Carte A, en comparaison de la Carte B, une erreur qui consiste en ce que sur celle-là les lignes isogoniques ont toutes été reculées d'environ 12′ vers l'ouest.

» A laquelle des deux Cartes de M. de Tillo doit-on se fier? Il semble

que la Carte B, sur laquelle les méridiens magnétiques sont marqués pour deux époques différentes, offre plus de garanties d'exactitude dans les positions absolues. Mais, comme l'échelle de la Carte A est triple et que par conséquent la détermination d'un point dont on a les coordonnées géodésiques s'y fait plus facilement, c'est d'elle qu'il m'a paru convenable de tirer les valeurs des déclinaisons en 1880, en diminuant constamment de 12′ les résultats des lectures.

» J'ai donc lu, en chacun des quatre points numérotés sur la Carte A, par une interpolation à vue, la valeur de la déclinaison orientale en 1880. Trouvant sur la Carte C que la variation annuelle de cette déclinaison était de 6′,1 vers l'est, pour cette partie du territoire russe, j'en ai conclu que quarante-trois ans plus tôt, c'est-à-dire en 1837, la déclinaison devait être, pour tous les points de cette Carte, de 4°22′,3 plus à l'ouest; et ce sont les différences entre cette quantité et les déclinaisons obtenues, par des lectures directes sur la Carte A pour 1880, après la correction de 12′ indiquée plus haut, qui m'ont fourni les chiffres de la troisième colonne du petit Tableau qui va suivre.

	Déclinaisons de la boussole			
	orientales	occidentales		
Localités.	existant en 1880, d'après la Carte A, sauf correction de — 12′.	qui devaient exister en 1837, d'après la correct. indiquée par la Carte C.	observées directement en 1837.	Différences entre les résultats des observations et ceux des Cartes.
1. Louganski-Zavode...	0°.37′,6	3°.44′,7	4°.38′,28″	+ 53′.46″
2. Goundoroskaïa st...	0.50,3	3.32,0	3.53, 8	+ 21. 8
3. Kamenskaïa st.....	0.58,0	3.24,3	3.36,16	+ 11.58
4. Kalitvenskaïa st....	1. 0,0	3.22,3	3.17,42	— 4.26

» On peut rejeter l'observation de Lougane comme donnant lieu à une différence trop forte, et considérer les autres comme exactes à quinze ou vingt minutes près. On ne s'étonnera pas d'une approximation aussi grossière, lorsqu'on se rappellera que je n'avais à ma disposition que des instruments avariés par le voyage, surtout la boussole d'arpenteur employée à relever la déclinaison qu'on rapporte à l'azimut du Soleil déterminé par la hauteur de l'astre. Le niveau à bulle d'air nécessaire à l'usage de l'horizon artificiel avait été réduit en poussière et l'on avait dû se contenter d'un niveau assez grossièrement fabriqué sur place, grâce à l'obligeance des officiers attachés à l'usine de Lougane. L'unique montre que

l'on put employer, parce que seule elle était munie d'une aiguille trotteuse à secondes, avait la marche la plus irrégulière.

» Il faut remarquer, d'ailleurs, que la Géographie physique de la contrée que l'on explorait n'avait pas encore été l'objet de déterminations bien précises. Les longitudes qu'assignait à mes différentes stations la Carte de l'état-major, encore imparfaite, étaient de vingt-quatre à vingt-cinq minutes moindres qu'elles ne sont réellement; de sorte que les relevés faits sur cette Carte, la seule qu'on eût alors, présentaient une telle différence avec le seul calcul de longitude que j'eusse osé aborder, en le déduisant d'observations de distances du Soleil à la Lune, auxquelles j'avais apporté tous mes soins, que, m'en attribuant uniquement la faute, j'en conclus que je devais renoncer à cette détermination.

» C'était bien à tort; après quarante-cinq ans d'intervalle, l'étude de la nouvelle Carte de l'état-major m'ayant fait voir que la longitude de Kamenskaïa, la troisième des stations citées, est comprise entre $9^\circ 54'$ et $9^\circ 56'$ à l'est de l'observatoire de Saint-Pétersbourg, ou entre $37^\circ 52'$ et $37^\circ 54'$ ($2^h 31^m 36^s$) à l'est de l'Observatoire de Paris, j'ai retrouvé et je mets sous les yeux de l'Académie, consignés sur des papiers jaunis par le temps, les minutes des observations faites à Kamenskaïa, le 23 août 1837, entre 5^h et 6^h du matin, et la longue série des calculs détaillés qui fixent précisément à $37^\circ 54'$ la longitude orientale du lieu où je faisais l'observation, dans une cour, en plein air, et, autant que mes souvenirs me servent, à l'extrémité est de la Stanitza.

» Une circonstance toute récente me permet de donner à ces manuscrits produits *a posteriori* un véritable caractère d'authenticité et me dispensera même de représenter pareillement les minutes des autres observations dont j'ai consigné ci-dessus les principaux résultats. Des copies m'en avaient été demandées pour figurer dans la publication qu'on se proposait de faire. N'ayant été appelé à revoir aucune épreuve, n'ayant même appris que par des annonces de librairie l'apparition du *Voyage dans la Russie méridionale et la Crimée* (Paris, 1842), j'en avais conclu que mon travail n'avait pas été jugé digne d'y être inséré, et, sous l'influence d'un sentiment facile à comprendre, je n'avais jamais cherché à prendre connaissance de cette publication. La présentation à l'Académie du travail de M. de Tillo m'a fait sortir de cette réserve en m'inspirant la curiosité de chercher ce qu'un livre, où la Science devrait occuper une certaine place, avait pu dire du magnétisme terrestre et des déterminations géodésiques dans une contrée si peu explorée jusqu'alors. Quelle n'a pas été ma surprise de trouver à notre bi-

bliothèque, dans le 4e volume (p. 479), la reproduction intégrale, très correctement imprimée, du manuscrit que j'avais remis au milieu de 1838, et dont je n'avais plus jamais entendu parler! Mon nom, il est vrai, ne figure pas sur le titre du livre avec ceux des autres membres de l'expédition; mais il est placé à la première page de mes *Réflexions générales sur les observations et les calculs astronomiques de la campagne de* 1837. On trouvera dans ce court Mémoire tous les résultats énoncés dans la présente Note, les latitudes des quatre stations, avec l'indication de l'approximation que je croyais pouvoir garantir, la longitude de Kamenskaïa évaluée en nombre rond à $2^h 31^m$ à l'est de Paris; l'opinion que la Carte dont on se servait avait trop resserré vers l'ouest toute la région que la nouvelle Carte élargit de 25′ à l'est; enfin les déterminations moyennes de la déclinaison, sans rien dissimuler des irrégularités qu'elles présentent. Ces irrégularités, dont les plus apparentes ont été relevées à Lougane et à Goundoroskaïa, sont-elles dues aux erreurs d'observations, ou bien faut-il les ranger au nombre des anomalies locales indiquées en plusieurs points par M. de Tillo et signalées par M. Mouchez, notamment aux environs de Kharkoff, qui est à 1°30′ à peine de latitude au nord et guère à plus de 2°30′ de longitude à l'ouest de Lougane? Je ne suis pas à même aujourd'hui de trancher la question, tout prêt d'ailleurs à reconnaître la possibilité et même la probabilité de mes erreurs, sous le bénéfice des circonstances atténuantes que j'ai exposées.

» Ce qui est certain, c'est que, avec des moyens imparfaits d'observation, on a été à même de signaler, dès 1837, le rétrécissement que les Cartes russes donnaient alors à l'empire vers la frontière orientale d'Europe. Si Louis XIV reprochait plaisamment à Picard et à Auzout de diminuer l'étendue de son royaume parce qu'ils avaient réduit à sa valeur vraie la longitude de la pointe du Finistère, que les Cartes, avant eux, rejetaient de plus de 1° vers l'ouest, l'état-major russe aurait mérité des éloges pour avoir corrigé l'erreur inverse.

» Un homme de beaucoup d'esprit, savant ingénieur et physicien, qui a fait partie de l'Académie, disait : « Quand on a de mauvais instru-» ments, on s'en débarrasse et on en fait construire de bons! » La première partie de ce précepte était facile à suivre; la seconde n'était guère de mise en plein pays cosaque. Je me suis rappelé que Fernel n'avait pas trop mal réussi en mesurant avec une roue de voiture un degré du méridien; et, ne pouvant penser à construire, je n'ai pas détruit. M'en blâmera-t-on?

» On se méprendrait sur le sens de cette Note si l'on n'y trouvait pas exprimé d'une manière assez claire tout l'intérêt que m'a inspiré, comme à

notre confrère M. l'amiral Mouchez, le travail de M. de Tillo. Le tracé des isogoniques et des isocliniques de l'aiguille aimantée, sur des Cartes, pour une époque déterminée, rentre dans le genre de représentations graphiques dont l'origine paraît remonter à Halley, dont Alex. de Humboldt a produit un exemple frappant par le tracé des isothermes, des isochimènes et des isothères, et dont un Membre de l'Académie, M. le capitaine de frégate Duperrey, avait donné le premier spécimen complet pour la déclinaison, l'inclinaison et l'intensité magnétiques, à la surface du globe, en un moment donné. L'idée de tracer des lignes d'égale variation annuelle, qui appartient à M. de Tillo, a paru à M. Mouchez excellente et très utile. Sans elle, il ne m'aurait pas été possible de remonter à une époque que quarante-cinq ans séparent de nous. Aussi mes critiques ne portent-elles que sur une exécution défectueuse à certains égards et qu'on ne peut imputer à l'auteur. Puissent-elles décider le savant officier à reproduire des Cartes du même genre, tracées à plus grande échelle et où les longitudes seraient comptées à partir d'un même méridien. »

PHYSIQUE. — *Réponse aux objections de M.* Decharme (1) *sur ma conception rationnelle de la nature de l'électricité. Preuves de la validité des hypothèses servant de base à cette conception.* Note de M. **A. Ledieu.**

« I. Nul plus que moi n'a été séduit dès l'abord par les ingénieuses et remarquables expériences de M. Bjerknes et de M. Decharme sur les imitations hydrodynamiques d'effets électriques et magnétiques. Il m'a donc fallu être dominé par une inexorable logique pour *ne pas me croire* « autorisé à conclure, d'après ces expériences, de l'analogie des effets à l'analogie des causes, à savoir que l'électricité sous forme de courant (d'éther ou de matière pondérable) est *analogue* à un courant liquide ».

» Pour qu'une conception *inductive*, comme celle du flux électrique, puisse servir de base à une théorie générale d'un ensemble donné de phénomènes, il est nécessaire que toutes les déductions y relatives, qui se vérifient par des observations et des expériences *a posteriori*, se trouvent préalablement obtenues par des raisonnements *rigoureux*. En d'autres termes, il faut que ce que j'appelle *le cycle du raisonnement* (2) soit effectué non seulement

(1) *Comptes rendus*, 13 novembre 1882.

(2) *Comptes rendus*, 29 mai 1882. Ce cycle, rappelons-le, comprend quatre opérations : *Observations et expériences* a priori, *induction, déduction, observations et expériences* a posteriori.

d'une manière intégrale, mais encore d'une façon *absolument correcte* dans tous ses détails. Or c'est en particulier cette deuxième condition, aussi indispensable que l'effectuation même des quatre opérations du cycle, qui fait défaut à l'hypothèse des courants électriques, en tant que supposition fondamentale de l'électricité cinétique.

» Tel est ce que nous espérons avoir prouvé dans nos « objections d'ordre mécanique à la théorie actuelle de l'électricité [1] », en établissant que les *déductions* capitales basées sur ladite hypothèse sont mécaniquement inadmissibles, et que dès lors les observations et les expériences *a posteriori*, s'accordant avec ces déductions, perdent leur valeur démonstrative.

» II. Ces principes généraux de philosophie des sciences étant rappelés, je répondrai, point à point, comme il suit à l'habile physicien :

» 1° Il est regrettable que M. Decharme n'ait pas commencé par discuter ma réfutation de la théorie actuelle de l'électricité, et qu'il n'en ait fait aucune mention.

» 2° L'idée d'ondes n'implique qu'un *certain mode* de propagation de divers phénomènes naturels et, en particulier, des mouvements *stationnaires*. La conversion d'un *mouvement ondulatoire* en *mouvement vibratoire* (ou *vice versa*) n'a pas de signification mathématique. Il y a là une apparence trompeuse : le mouvement ondulatoire ne constitue alors que la propagation de vibrations successives plus ou moins invisibles, dont la force vive s'éteint, en donnant naissance à des vibrations plus marquées, mais qui cessent de se propager. En tout état de cause, j'ai réservé, sans la rejeter, l'hypothèse exclusivement cinématique des transmissions ondulatoires en électricité. Cette hypothèse y est du reste entièrement secondaire, car, à l'encontre des phénomènes lumineux et sonorifiques, les faits à étudier et à expliquer ici sont principalement d'ordre dynamique.

» 3° Si M. Decharme avait été plus patient, il eût trouvé, dans la suite de l'exposé de ma doctrine, que les cas d'étincelle, de foudre, de vent électrique, etc., comportent écoulement de l'électricité; et il aurait vu comment cela s'explique par des *transformations* de l'énergie potentielle de la matière éthérée associée à la matière pondérable, en énergie de transport ou de mouvement d'ensemble de l'éther.

» 4° Le livre de « l'*unité des forces physiques* » du P. Secchi, cité par mon contradicteur, est l'œuvre d'un érudit; mais les erreurs de Dynamique y dominent trop, surtout en électricité, pour qu'on puisse l'invoquer dans une discussion sérieuse de Physique mathématique.

---

[1] *Comptes rendus*, 9 octobre 1882.

» 5° Les figures équipotentielles de M. Guébhard peuvent s'interpréter de diverses façons et, entre autres, cadrer avec mes vues.

» 6° Dans ma Note du 16 octobre, § IV, j'ai regardé *comme inutile de me préoccuper* immédiatement *des attractions et des répulsions électriques et magnétiques, ainsi que des effets d'induction.* Il est fâcheux que M. Decharme, en citant cette phrase, ait supprimé l'adverbe *immédiatement,* et qu'en outre il ait omis de reproduire les lignes qui la suivent, et où je dis que l'*explication de ces épiphénomènes découlera plus tard d'une manière naturelle de mon concept sur la nature de l'électricité.*

» 7° J'ai bien eu soin, dans ma Note du 16 octobre, § VI, d'avertir que les lois de Ohm devaient être reprises sous l'aspect nouveau qui résulte de la nature de la chaleur d'après la Thermodynamique. Puis, dans ma Communication du 30 octobre, § IX, j'ai commenté la transmission du calorique et de l'électricité sous ce nouvel aspect. Il m'est donc difficile de concevoir comment M. Decharme trouve dans ma théorie une contradiction entre mon *recours* aux formules de Ohm et mon *rejet* de l'idée de flux.

» 8° Les phénomènes hydrodynamiques en vue peuvent s'expliquer par les théorèmes connus de la vraie mécanique des fluides. Ceux de ces phénomènes pour lesquels il paraît y avoir actions réciproques de courants liquides ne constituent, en particulier, que de simples *apparences.* Autrement dit, les mouvements résultant des actions et réactions normales des molécules liquides des deux courants, ainsi que de leurs vitesses acquises, sont seulement *semblables* aux mouvements qui tendraient à se produire, si les veines liquides étaient *solidifiées* et formaient deux corps rigides s'influençant mutuellement. De leur côté, les effets électriques, que M. Decharme prétend être analogues auxdits phénomènes, se manifestent uniquement par les attractions ou répulsions de conducteurs métalliques, que des courants problématiques sont *censés* parcourir. Ici les influences mutuelles sont des *réalités,* puisqu'on est en présence de fils à l'état solide. Par contre, l'explication des faits nécessite une *mécanique conventionnelle,* quand on veut la baser sur la supposition du flux électrique. En conséquence, les deux sortes de phénomènes comparés n'ont qu'une *fausse analogie* dans leurs effets, et n'ont *aucune analogie* possible dans leurs causes. La double analogie que M. Decharme s'est proposé « de justifier surabondamment » s'évanouit donc devant une série d'évidences de raison.

» 9° Enfin, et c'est là un point essentiel du débat, M. Decharme reproche à mes hypothèses d'être « *toutes choses impossibles à soumettre au contrôle de l'expérience* ».

» III. Mais ce reproche ne repose sur aucun fondement. Plusieurs de

ces hypothèses ne sont pas miennes, et ont déjà cours depuis longtemps, *comme ayant reçu une sanction expérimentale suffisante*. Les autres, qui me sont propres, offrent au moins les mêmes garanties de probabilité que les suppositions qu'elles sont appelées à remplacer ou à parfaire.

» Afin qu'il ne reste dans l'esprit du lecteur aucun doute sur la validité de mes diverses hypothèses au point de vue du contrôle de l'expérience, je rappellerai brièvement comment chacune d'elles satisfait, dans sa sphère propre, *au cycle du raisonnement* effectué à l'aide des découvertes de la Science contemporaine, et acquiert de la sorte un degré de probabilité plus ou moins élevé, suivant la quantité d'observations et d'expériences *a priori* servant à l'induction et selon le nombre de déductions vérifiables *a posteriori*.

» Ainsi l'existence indestructible des atomes pondérables comme une réalité objective, résulte de la chimie atomique. Il en est de même de l'agrégation de ces atomes en molécules. De son côté, la réalité pareillement objective de forces primordiales inhérentes aux atomes et soumises à *la loi des forces centrales*, résulte (¹) des nombreuses prédictions de la dynamique rationnelle justifiées expérimentalement. Puis les vibrations des atomes sont une conséquence forcée de l'équivalence mécanique de la chaleur (²) qui n'est qu'un cas particulier de la *conservation des énergies*. En même temps l'existence de l'éther cosmique dans les espaces célestes et dans les interstices moléculaires des corps, est hors de conteste depuis l'immense extension de la théorie ondulatoire de la lumière.

» Reste donc la supposition de la matérialité spécifique des atomes de l'éther et de leur association avec les atomes pondérables au sein et autour des molécules. Là le cycle du raisonnement repose sur *la grande loi de la conservation des énergies*, contrôlée aujourd'hui de mille façons, à l'aide du cycle qui lui convient, par la Thermodynamique, la Thermochimie et l'Electrodynamique. En fermant ledit cycle relatif à la matérialité de l'éther au moyen des phénomènes électriques, on obtient un degré de probabilité très satisfaisant pour ma conception de l'*énergie potentielle éthéro-pondérable*. Car, comme je le dis dans ma Note du 30 octobre, § XI, les déductions *rigoureuses* de ladite conception mènent aux mêmes formules que les déductions *inexactes* basées sur le flux électrique, et par suite bénéficient légitimement des vérifications *a posteriori* bien connues de ces formules.

(¹) *Comptes rendus*, 29 mai 1882.

(²) *Comptes rendus*, t. LXXXI, 2ᵉ série, 1875, p. 130.

» IV. On m'accordera, je l'espère, que tout cela n'est pas de la *métaphysique*, mais bien de la *philosophie naturelle*, suivant l'acception strictement scientifique que les savants anglais attribuent à cette expression. Je ne prétends pas, en effet, pénétrer l'essence des choses : elle demeurera à jamais l'éternel secret du Créateur. Je me propose seulement de ramener les points de départ de toutes les lois phénoménales au plus petit nombre possible de termes incognoscibles.

» On le voit, j'aboutis avec une inflexible dialectique à reconnaître, comme base fondamentale de la nature inanimée, des atomes vibrants doublés de force, et par suite deux éléments distincts et indissolublement liés entre eux, de telle manière que l'un ne puisse exister sans l'autre. De la sorte, ce qui affecte nos sens, c'est de la *substance* et non de la *matière* seule : cet ordre d'idées peut choquer beaucoup de convictions préconçues. Nous avons montré *in extenso* ailleurs (¹) ce que de pareilles répugnances avaient de mal fondé.

» V. Après ces longues explications, je ne répondrai plus désormais qu'à des objections mathématiques portant sur ma réfutation de la théorie actuelle de l'électricité, ou sur mes interprétations des formules de cette théorie ».

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE. — *Loi générale de congélation des dissolvants*. Mémoire de M. **F.-M. Raoult**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Berthelot, Cahours, Debray.)

« Si l'on désigne par A l'abaissement du point de congélation dû à la présence de 1^{gr} d'un corps dans 100^{gr} de dissolvant; par M le poids moléculaire de la substance dissoute, supposée anhydre, calculé en faisant dans sa formule *atomique* $H = 1$, $O = 16$, ...; par T son abaissement moléculaire de congélation (c'est-à-dire l'abaissement du point de congélation causé par une molécule dissoute dans 100^{gr} de liquide (²), on a, si les solutions sont étendues,

$$MA = T.$$

(¹) *Comptes rendus* du 29 mai 1882, et *Revue des questions scientifiques de Bruxelles*, livraison du 20 juillet 1882.

(²) *Voir* les Communications précédentes du 12 avril 1880, du 5 juin et du 24 juillet 1882.

» Mes précédentes recherches ont montré que, dans un même liquide, l'abaissement moléculaire T est un nombre à peu près constant, pour des groupes très nombreux de composés de toute espèce. J'ai fait, depuis lors, de nouvelles expériences en employant, comme dissolvants, les composés ci-après, dont le point de congélation peut toujours être déterminé avec une extrême précision :

	Point de congélation.		Point de congélation.
	o		o
Eau	0,00	Bibromure d'éthylène ..	7,92
Benzine	4,96	Acide formique	8,52
Nitrobenzine	5,28	Acide acétique	16,75

» Tous ces liquides, à l'exception de l'eau, se contractent en se solidifiant.

» Le défaut d'espace m'empêche de présenter ici le détail des expériences, extrêmement nombreuses, faites avec ces dissolvants : je dois me borner à en donner seulement un résumé. Toutefois, on pourra juger du nombre et de la variété des composés dissous, ainsi que du degré de concordance des résultats, par les tableaux de 60 expériences analogues, faites sur les solutions des matières organiques dans l'eau et dans la benzine, qui ont été publiés dans les *Comptes rendus* de l'Académie (5 juin et 24 juillet 1882). Mes nouvelles recherches confirment les anciennes et permettent de formuler la *Loi de congélation des dissolvants* d'une manière générale et complète.

» *Acide acétique.* — Les expériences faites avec ce dissolvant ont porté sur plus de 60 composés de tous les types. Toutes les matières organiques sans exception et, de plus, l'acétate de potasse, les acétates d'ammoniaque, d'aniline, de quinine, de strychnine, de brucine, de codéine; le protochlorure de soufre, le chlorure d'arsenic, le bichlorure d'étain, l'hydrogène sulfuré, l'acide sulfureux, produisent dans l'acide acétique des abaissements moléculaires de congélation toujours compris entre 36 et 40, et le plus souvent voisins de 39. Quelques composés seulement, tous de nature minérale, produisent dans l'acide acétique un abaissement moléculaire différent; ce sont : les acides sulfurique et chlorhydrique, l'azotate de chaux, l'acétate de magnésie. Pour ces corps, l'abaissement moléculaire est voisin de 19; il est donc égal à la moitié du précédent.

» L'*acide formique,* employé comme dissolvant, donne des résultats tout pareils.

» Dans l'immense majorité des cas, l'abaissement moléculaire est voisin de 28 et, par extraordinaire, il se rapproche quelquefois de 14.

» *Benzine.* — Toutes les matières organiques (à l'exception de quelques alcools et de quelques acides) et tous les chlorures métalloïdiques produisent dans la benzine un abaissement moléculaire compris entre 47 et 51; moyenne 49. Quant aux alcools méthylique et éthylique, aux acides formique, acétique, valérianique, benzoïque, ils produisent un abais-

sement moléculaire qui varie de 28 à 27 et dont la moyenne est 25 : c'est la moitié de l'abaissement normal.

» Dans la *nitrobenzine* et le *bibromure d'éthylène*, employés comme dissolvants, tous les abaissements moléculaires se rapprochent également de deux valeurs, dont l'une est double de l'autre; et ils y sont produits par les mêmes corps que dans la benzine. Ces valeurs sont : pour la nitrobenzine, 68 et 34, et pour le bibromure d'éthylène, 117 et 58.

» *Eau employée comme dissolvant.* — Les résultats présentés par les solutions faites dans l'eau sont moins concordants que ceux observés avec les autres dissolvants, du moins en ce qui regarde les matières minérales. La plupart des acides minéraux, les bases alcalines, les sels alcalins et alcalino-terreux, y produisent un abaissement moléculaire compris entre 33 et 43. Les chlorures de baryum et de strontium, par exception, donnent environ 50. La grande majorité des résultats obtenus avec plus de 60 matières minérales se rapprochent de 37.

» D'autre part, les sulfates magnésiens, l'acide métaphosphorique, l'hydrogène sulfuré et toutes les matières organiques, sans exception, produisent dans l'eau un abaissement moléculaire beaucoup plus constant et compris entre 17 et 20; moyenne, 18,5.

» L'un des abaissements est donc, encore ici, double de l'autre.

» *Conclusions.* — Ces expériences, dans lesquelles plus de 200 composés ont été dissous dans *six* liquides différents, sont assez nombreuses et concordantes pour établir ce qui suit :

» *Tout corps, en se dissolvant dans un composé défini liquide, capable de se solidifier, en abaisse le point de congélation.*

» *Dans tous les liquides, les abaissements moléculaires de congélation, dus aux différents composés, se rapprochent de deux valeurs, invariables pour chaque liquide, et dont l'une est double de l'autre.* La plus grande se présente le plus souvent et constitue l'abaissement moléculaire normal. La plus faible correspond au cas où les molécules du corps dissous sont soudées deux à deux.

» *L'abaissement moléculaire normal de congélation varie avec la nature du dissolvant :* il est de 37 pour l'eau, de 28 pour l'acide formique, de 39 pour l'acide acétique, de 49 pour la benzine, de 70,5 pour la nitrobenzine, et de 117 pour le bibromure d'éthylène. Si l'on divise chacun de ces nombres par le poids moléculaire du dissolvant auquel il se rapporte (ce qui équivaut à ramener les résultats au cas où une molécule du corps dissous serait contenue dans 100^{mol} de dissolvant), on trouve des quotients fort peu différents les uns des autres, excepté pour l'eau. En effet :

Eau............	37 : 18 = 2,050	Benzine	49 : 78 = 0,628
Acide formique....	28 : 46 = 0,608	Nitrobenzine	70,5 : 123 = 0,600
Acide acétique.....	39 : 60 = 0,650	Bibromure d'éthylène.	117 : 188 = 0,623

» Pour faire rentrer l'eau dans la règle générale, il suffit d'admettre que les molécules physiques qui la composent sont formées de 3^{mol} chimiques

soudées ensemble; du moins, près du point de congélation. Alors, en effet, on a pour ce dissolvant $37 : 18 \times 3 = 0,685$, nombre qui ne s'écarte pas beaucoup de 0°,622, moyenne des cinq autres. On peut donc formuler la loi suivante :

» *Une molécule d'un composé quelconque, en se dissolvant dans* 100^{mol} *d'un liquide quelconque, de nature différente, abaisse le point de congélation de ce liquide d'une quantité à peu près constante, et voisine de* 0°, 62.

» Cet énoncé est tout à fait général, à la condition d'admettre que les molécules physiques, dont il s'agit ici, peuvent être formées de 2 et, par exception, de 3^{mol} chimiques. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Etudes chimiques sur le maïs à différentes époques de sa végétation.* Note de M. **H. Leplay**.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

De la formation et de l'accumulation du sucre cristallisable et des sucres réducteurs dans les différentes parties du maïs; de la formation et de l'accumulation de l'amidon dans les graines, pendant la végétation du maïs.

« Les trois époques de la végétation du maïs sur lequel ont été pratiquées les analyses dont les résultats sont consignés dans ce Mémoire peuvent être ainsi caractérisées :

» 1er *juillet.* — Époque où les organes de la reproduction n'ont pas encore paru ou commencent à apparaître.

» 1er *août.* — Époque où la fécondation est opérée et l'épi formé, ainsi que ses graines, mais dont les graines s'écrasent facilement sous les doigts en donnant un suc laiteux contenant un peu d'amidon.

» 1er *septembre.* — Époque où la graine est arrivée à maturité, où elle est dure, résistante, ne s'écrase plus sous la pression des doigts, ne contient plus de suc laiteux et se trouve remplie d'amidon.

» Il résulte de cette étude les faits suivants :

» 1° En ce qui concerne les rapports de poids entre les différentes parties du maïs aux différentes époques de sa végétation, le poids des tiges, des feuilles et des racines de maïs va en augmentant jusqu'à l'époque de sa végétation où l'épi commence à se former, soit vers le 1er août (2e époque de sa végétation).

» A cette époque, le poids des feuilles est plus grand que celui des tiges.

» A partir de cette époque, à mesure que les graines se forment et durcissent, le poids des feuilles et de la tige va en diminuant au point que, vers la troisième époque, les tiges ont perdu près de la moitié de leur poids et les feuilles plus de la moitié.

» Pendant le même temps, le poids de la racine est resté à peu près stationnaire.

» A cette troisième époque, le poids des épis est à peu près le même que celui des feuilles, et seulement un peu inférieur à celui des tiges.

» 2° En ce qui concerne la totalité du sucre, abstraction faite de sa nature chimique, les nombres obtenus par les analyses conduisent aux conclusions suivantes :

» Le sucre considéré dans sa totalité, abstraction faite de sa nature chimique, augmente considérablement en poids pendant la formation de l'épi, et diminue considérablement pendant la formation de l'amidon dans la graine.

» Pendant les premiers temps de la végétation du maïs jusqu'au moment où les organes de la reproduction vont commencer à se former, le sucre se trouve à peu près uniformément répandu dans les tiges et les feuilles de maïs; mais, pendant le développement des organes de la reproduction, la fécondation et la formation de l'épi, jusqu'au moment où la graine formée est laiteuse et s'écrase facilement sous les doigts, le sucre va en s'accumulant dans la tige de 2,27 jusqu'à 10,54 pour 100 dans la partie de la tige inférieure à l'épi et jusqu'à 11,63 pour 100 dans la partie de la tige supérieure à l'épi.

» Le sucre augmente dans les feuilles, mais en moins grande proportion, soit 4 pour 100 dans les feuilles engainantes et 2,54 pour 100 dans la partie de la feuille qui flotte dans l'air.

» Le sucre se rencontre également à cette même époque, soit dans l'épi, soit dans le support des graines, à peu près en même proportion que dans les tiges, soit 8,72 pour 100, et dans les graines laiteuses, en moins grande proportion que dans le support des graines, soit 5,81 pour 100.

» Dans l'époque de végétation où mûrit la graine, c'est-à-dire pendant l'époque où l'amidon se forme et s'accumule dans la graine, le sucre disparaît complètement dans les feuilles; il disparaît en grande partie dans la tige, dont la quantité tombe de 10,54 à 2,36; il diminue dans le support des graines de 8,72 à 5,81 et dans les graines elles-mêmes de 5,81 à 2,36.

» 3° En ce qui concerne la nature chimique des sucres contenus dans les différentes parties du maïs en végétation, dans la première époque de

végétation du maïs jusqu'au moment où l'organe mâle commence à paraître, les tiges ne contiennent que des sucres réducteurs; il en est de même de la partie engainante de la feuille; la partie qui flotte dans l'air contient en outre du sucre cristallisable dans la proportion d'un quart de la quantité totale ; mais pendant la période de végétation, où les organes de la reproduction apparaissent, où l'acte de la fécondation s'accomplit, où l'épi se forme ainsi que les graines, le sucre cristallisable (saccharose) augmente de 55 pour 100 du poids primitif dans les feuilles; il s'accumule en quantité dix fois plus grande dans les tiges, tandis que dans l'époque correspondant à la maturité de la graine, à la formation de l'amidon, les sucres cristallisable et incristallisable disparaissent complètement des feuilles : le sucre incristallisable disparaît également de la tige, et le sucre cristallisable y diminue de plus de 80 pour 100.

» Ces faits expliquent les effets obtenus par Pallas, et confirmés par Soubeiran et Biot, sur la castration du maïs (1).

» Il résulte de cette étude que, dans la végétation du maïs, le sucre se forme dans les feuilles, qu'il va successivement en s'accumulant dans la tige, jusqu'au moment de la formation de l'amidon dans la graine; qu'à partir de ce moment il s'opère une véritable migration du sucre dans l'épi, d'abord dans le support des graines, puis dans les graines elles-mêmes, où il est remplacé par de l'amidon; que cette migration continue d'être alimentée des feuilles à la tige au point de disparaître complètement des feuilles, puis en grande partie de la tige, de diminuer dans le support des graines et dans les graines elles-mêmes, à mesure que l'amidon s'y développe.

» Les nombres résultant des analyses ramenés à une récolte de maïs sur une surface de 1^{ha} peuvent donner une démonstration saisissante de cette migration du sucre; ainsi la quantité totale du sucre, qui était, au commencement de la formation de l'amidon : dans les feuilles, de 144^{kg}, se trouve réduite, à la maturité de la graine, à zéro; dans les tiges, de 546^{kg} elle se trouve réduite à 62^{kg}; dans le support, de 53^{kg} à 39^{kg}; dans les graines, de 108^{kg} à 53^{kg}.

» Le sucre ainsi disparu se trouve donc être de 697^{kg}, et l'amidon formé dans cette même récolte de 585^{kg}.

» On peut conclure de ces nombres que l'amidon contenu dans les graines de maïs a été produit par le sucre disparu.

---

(1) *Comptes rendus*, t. XV, p. 426 et 523; année 1842.

» La fonction du sucre dans la végétation du maïs est donc de fournir à la graine les éléments de l'amidon.

» La quantité de sucre restant dans la tige étant exclusivement du sucre cristallisable, on doit en conclure que ce sont de préférence les sucres réducteurs qui sont utilisés à la formation de l'amidon.

» Cette transformation peut s'expliquer par l'élimination, sous l'influence de la végétation, de $3^{éq}$ d'eau pour les sucres réducteurs et de $2^{éq}$ d'eau pour le sucre cristallisable, comme l'établissent les formules et les équations suivantes :

Pour les sucres réducteurs...... $C^{12}H^{12}O^{12} = C^{12}H^{9}O^{9} + 3(HO)$
Pour le sucre cristallisable...... $C^{12}H^{11}O^{11} = C^{12}H^{9}O^{9} + 2(HO)$

Un **Anonyme** adresse, comme complément à son Mémoire portant pour titre « Contribution à l'étude des orages », pour le Concours du prix Bordin, une Note relative à l'électrisation de la vapeur d'eau.

(Renvoi à la Commission du Concours Bordin.)

M. **J. Orgéas** adresse, de Cayenne, pour le Concours du prix de Statistique, un travail intitulé : « La colonisation de la Guyane par la transportation ».

(Renvoi au Concours de Statistique, fondation Montyon.)

M. **E. Guérineau** adresse une Note relative à la navigation aérienne.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

La Commission nommée pour examiner un Rapport transmis par M. le Ministre de la Marine, sur le meilleur système pour mettre les postes d'observation des lignes de torpilles à l'abri de la foudre, est autorisée, sur sa demande, à s'adjoindre pour son travail les Membres de la Section de Physique.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre du Commerce** adresse, pour la Bibliothèque de l'Institut, le tome IX de la « Statistique générale de la France ».

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, le numéro de janvier 1882 du *Bullettino* publié par le prince *Boncompagni*.

Ce numéro est tout entier consacré à un Mémoire de M. *A. Favaro*, sur la vie et les œuvres de Barthélemy Souvery (en latin *Soverus*, en italien *Sovero*), mathématicien suisse, né vers 1577 à Corbières, près de Fribourg, et le second successeur de Galilée dans la chaire de Mathématiques de l'Université de Padoue.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la conservation de l'énergie solaire; réponse à la Note de M.* G.-A. Hirn; par M. **C.-W. Siemens**.

« M. G.-A. Hirn a publié, dans les *Comptes rendus* du 6 novembre, une Note sur mon hypothèse relative à la conservation de l'énergie solaire, à laquelle je m'empresse de répondre. En formulant cette réponse, j'éprouve quelque embarras personnel, parce que M. Hirn se déclare antagoniste déterminé des physiciens qui attribuent « tous les phénomènes du monde » physique à des mouvements et à des chocs d'atomes matériels indépen» dants les uns des autres »; il pense que le jour ne tardera pas à venir où les physiciens « se résigneront à admettre dans le monde physique » autre chose encore que la matière en mouvement ».

» En ce qui me concerne, je dois avouer que je suis un partisan convaincu de ce principe matérialiste, basé sur l'expérience, qui seul peut nous amener à des conclusions exactes relativement aux grands phénomènes de la nature.

» Je répondrai, dans l'ordre où elles se présentent, aux objections physiques et mathématiques de M. Hirn.

» Les physiciens français ont été les premiers à mettre en doute les évaluations exagérées de la température du Soleil, admises par le P. Secchi et d'autres, exagérations qui s'attachaient à tous les phénomènes pyrotechniques avant les recherches éclairées de Pouillet, H. Sainte-Claire Deville et autres.

» M. Hirn fait monter cette température à 20000°, et il dit très justement que les composés reproduits, en tombant au sein de celle-ci, seront de nouveau complètement dissociés, et que cette action absorberait toute la chaleur précédemment développée par la combustion. M. Hirn regarde cette température comme un minimum, suivant les magnifiques expé-

riences de M. Langley; mais je pense que, sur ce point, les informations sur lesquelles il se base laissent à désirer. L'instrument employé par M. Langley, le bolomètre, est une modification très ingénieuse de mon pyromètre électrique (*Proc. R. Soc.*, 1871, et *Telegraph Engineers*, 1875), qui a trouvé de nombreuses applications dans la Pyrotechnie. J'ai donc suivi avec un intérêt tout spécial les recherches de M. Langley; à l'occasion de sa visite récente en Europe, j'ai profité de son séjour chez moi, à la campagne, pour discuter avec lui des questions de Physique solaire, et je n'ai pas rencontré chez lui de divergences sérieuses d'opinion. J'avais évalué la température de la photosphère à 3000°, chiffre peu élevé auquel j'ai été conduit par des observations comparatives de foyers à gaz et de foyers électriques.

» Les remarquables travaux de M. Tyndall, qu'on trouve décrits dans son livre *On radiant heat* (p. 260), montrent qu'un bec de gaz, donnant une lumière intense, produit des rayons lumineux et non lumineux dans la proportion de 1 à 25, et la température d'un pareil bec peut être évaluée à 1700°. Un fil de platine, chauffé presque au point de fusion (1800° suivant H. Sainte-Claire Deville) par le courant électrique, a donné en rayons lumineux $\frac{1}{24}$ de l'énergie qui lui a été imprimée et $\frac{23}{24}$ en rayons non lumineux, tandis que, dans l'arc électrique de Tyndall produit par $50^{\text{él}}$ Grove, $\frac{1}{10}$ des rayons produits étaient lumineux.

» M. Becquerel a, en 1860, estimé la température d'un foyer électrique semblable de 2070° à 2100°. En me basant sur ces données importantes, j'ai reproduit d'abord un courant dynamo-électrique de la force de $50^{\text{él}}$ Grove, et j'ai pu constater que le foyer Tyndall a été produit par un courant de 5^{amp} et 36^{volts} environ, dont la lumière est égale à 20 becs Carcel, mesurés en direction horizontale. La température d'un arc de ce genre a été évaluée par M. E. Becquerel à 2100°. Un arc produit par un courant de 43^{amp} et 42^{volts} produit, suivant mes expériences, 450 carcels de lumière; d'où il suit que, dans ce dernier cas, $\frac{450}{20} \times \frac{5}{43} \times \frac{36}{42} \times \frac{1}{10} = \frac{1}{4}$ environ de l'énergie totale se présente sous la forme de rayons lumineux. La température de cet arc, suivant l'analogie tirée des autres sources de lumière, doit s'élever à 2500° environ.

» D'après les données de M. Langley, un quart seulement de l'énergie qui nous arrive du Soleil est lumineuse, y compris les rayons ultra-violets; en admettant qu'une proportion considérable de ces derniers soit absorbée avant d'arriver à notre atmosphère, il s'ensuit néanmoins que

la température de la photosphère ne peut pas dépasser de beaucoup celle de nos plus grands foyers électriques, soit 2800°.

» La quantité totale d'énergie rayonnante provenant d'une surface donnée est en rapport, en premier lieu, avec la nature du corps rayonnant. Cette quantité sera au minimum dans un corps solide à surface brunie, et au maximum dans une masse épaisse de gaz incandescents, telle que la photosphère, car c'est un fait reconnu en Physique et confirmé spécialement, quant à la photosphère, par les recherches de M. Langley, que les rayons de chaleur passent à travers les gaz incandescents presque sans absorption. La radiation prodigieuse de la photosphère est donc une preuve de son épaisseur énorme, tandis que sa température doit être évaluée par la proportion de rayons lumineux qu'elle émet, et surtout des rayons bleus, laquelle proportion ne dépasse pas de beaucoup celle qu'on rencontre dans nos foyers électriques. Il semble donc que, quelle que soit la température intérieure du Soleil, celle de la photosphère qui l'entoure n'est pas trop élevée pour satisfaire aux conditions de la combustion, dont la limite de température sera de 3000°, en supposant que sa densité soit égale à celle de notre atmosphère et sa pression à peu près dix fois plus grande.

» Il devient donc inutile de supposer qu'il se produit une seconde décomposition des matières combinées dans la photosphère, si l'on admet les chiffres établis par H. Sainte-Claire Deville.

» Une autre objection, faite par M. Hirn, est celle qui se rapporte à la transmission de la lumière des étoiles à travers les espaces immenses remplis, selon moi, de matières absorbantes.

» Il me semble que la théorie de la diminution de l'intensité de la lumière dans la proportion du carré des distances n'est pas applicable dans son intégralité à la lumière des astres. M. Langley prouve qu'il se perd par absorption une proportion considérable de la lumière solaire, avant même qu'elle atteigne notre atmosphère, et surtout en ce qui concerne les rayons bleus. M. J.-W. Draper, de New-York, a constaté, dans ses *Scientific Memoirs*, que ce sont surtout les rayons orangés qui décomposent l'acide carbonique et l'eau dans les plantes; mes recherches sur l'effet chimique de la lumière électrique sur la végétation, continuées depuis quatre ans, confirment ces observations.

» D'un autre côté, les Cartes du spectre solaire de M. Langley montrent de grandes lacunes, où les rayons ne produisent aucun effet sur le bolo-

mètre. Ne serait-il pas possible qu'il existât, dans le spectre lumineux, une longueur d'onde moins favorable à la décomposition des vapeurs, et qui, par conséquent, pénétrerait plus loin que les autres à travers l'espace rempli de gaz extrêmement raréfiés, et formés, pour la plupart, des produits de combustion déjà dissociés? Plusieurs astronomes ont émis l'opinion qu'en dehors des astres visibles il existe des milliards d'étoiles dont la lumière n'a jamais pénétré jusqu'à nous, hypothèse qui s'accorde avec la mienne, laquelle suppose une absorption graduelle.

» La troisième objection de M. Hirn est basée sur la résistance mécanique qu'une matière gazeuse dans l'espace opposerait aux mouvements des planètes : il montre que, pour satisfaire au retard sidéral, admis par Laplace, de 90″ dans les derniers 3000 ans, il faudrait une raréfaction telle que 1^{kg} du gaz occupât un volume de 700 milliards de mètres cubes.

» Le savant mathématicien ne nous dit pas si, dans son calcul, il a tenu compte du mouvement de tangence de la planète ou bien de la durée de son année.

» Une diminution de sa vitesse de tangence doit naturellement donner lieu à une réduction de sa distance moyenne du Soleil, de sorte qu'une diminution de sa vitesse n'aurait, suivant la troisième loi de Kepler, qu'une influence beaucoup moindre sur la durée de son année.

» Il serait surtout intéressant de savoir quelle est la loi physique sur laquelle M. Hirn a basé son calcul, car il est incontestable que les recherches classiques de Poncelet et autres se rapportent presque exclusivement au mouvement des fluides renfermés dans les conduits : pour le mouvement des solides dans les fluides à l'état libre, il nous manque des bases bien arrêtées. A ma connaissance, les seules expériences effectuées sur une échelle assez large, au sujet des résistances des fluides à l'état libre, sont celles qui avaient été entreprises à Forquay par M. William Froude pour le compte de l'Amirauté anglaise : les résultats frappants auxquels M. Froude est arrivé sont résumés dans un paragraphe de son adresse présidentielle à la Section de Mécanique de la *British Association*, en 1875. Il dit :

« La théorie des lignes de courant nous révèle la proposition, inattendue, mais vraie, qu'un corps submergé, s'il se meut avec une vitesse uniforme à travers un fluide parfait, ne rencontrera de résistance d'aucune sorte. Par fluide parfait, je veux dire un fluide libre de viscosité ou de quasi-solidité, et dans lequel aucune friction n'est causée par le glissement de ses particules, en passant les unes près des autres ou en passant sur la surface de ce corps. »

» Il ajoute :

« Je ne saurais avoir la prétention de faire la liste des nombreux mathématiciens éminents qui ont imaginé ou perfectionné la théorie des lignes de courant, mais je dois citer parmi eux le professeur Rankine, Sir W. Thomson et le professeur Stokes. »

» Parmi les expériences faites d'autre part pour déterminer les résistances en plein fluide, nous avons les expériences anémométriques, qui donnent toutefois des résultats peu concordants. Les météorologistes anglais, en observant les pressions du vent sur des surfaces de 1 pied (0^m,30) carré ont constaté une résistance de 28^{kg} pour une vitesse de 50^m par seconde; tandis que le général Didion, employant des disques de 1^{mq}, a trouvé pour la même vitesse une résistance totale de 194^{kg},7, ou 18^{kg},2 par pied carré.

» Nos mathématiciens les plus renommés ont maintenu, jusqu'à présent, que ces divergences tenaient à des défauts dans les observations, et que la pression d'un vent donné doit produire au moins autant de pression (par 0^{mq},30) sur une grande surface que sur une petite.

» Une expérience importante a pourtant été faite sous la direction de MM. Fowler et Baker (ingénieurs bien connus du grand pont qui doit traverser le *Firth of Forth*) : elle tend à renverser cette hypothèse et vient à l'appui des conclusions de M. Froude. On a établi, sur une petite île, trois plaques anémométriques, enregistrant l'une à côté de l'autre : celle du milieu avait une surface de 27^{mq} ($4^m,5 \times 6^m$); les deux autres, placées de part et d'autre, étaient de forme ronde, et avaient 2^{mq} environ (2 pieds de diamètre). On a constaté que le même vent vertical sur leurs surfaces a produit une pression de 7^{kg} par pied (0^m,30) carré sur les petites plaques, et 3^{kg},8 seulement par pied carré sur la grande plaque.

» Suivant la même proportion, la pression du même vent sur la surface d'un édifice exposé ne dépassera pas 1^{kg} par 0^{mq},30 de surface, pression plus probable que celle qui résulterait d'un calcul basé sur l'unité de pression observée sur un anémomètre. Portée à la surface énorme d'une planète, sa résistance ne s'élèvera probablement qu'à $\frac{1}{1000}$ de celle qui résulterait des lois de résistance encore admises par les physiciens et basées sur l'idée d'un choc réel, tandis que, suivant la loi développée par M. Froude, le fluide résistant (sans limites) ne fait qu'une oscillation élastique latérale de peu d'intensité pour laisser passer le corps solide. L'atmosphère de notre Terre, au lieu d'être balayée, pourrait produire l'effet utile de remplir les vides en avant et en arrière et de jouer pour ainsi dire le rôle de matière lubrifiante. Si ces recherches physiques toutes récentes ne sont pas sans

valeur, il en résulterait, pour le mouvement des planètes dans un milieu élastique et très raréfié, une résistance qui serait une fraction de celle qu'on était en droit de lui attribuer jusqu'ici.

» Qu'il me soit permis, avant de conclure, d'ajouter aux arguments déjà émis en faveur de mon hypothèse, les preuves suivantes : les gaz contenus dans les aérolithes qui tombent souvent sur notre Terre, la lumière zodiacale, les extensions équatoriales observées en Amérique à l'occasion de l'éclipse totale en 1880; les recherches spectroscopiques récentes du capitaine Abney, accusant la présence de l'hydrogène carburé dans les atmosphères solaire et terrestre, etc. Je citerai aussi les belles observations, sur le Soleil même, faites par M. R.-C. Carrington, décrites dans son livre *Observations on the spots of the Sun*, 1863. M. R.-C. Carrington a établi, par ces observations importantes, que le mouvement angulaire de la photosphère n'est pas le même à l'équateur qu'aux pôles. Uue révolution s'accomplit en $24^j,9$ à l'équateur, en 26^j à la latitude 25° et en $27^j,4$ à 50°, le retard aux deux pôles étant presque identique.

» A quelle cause pourrait-on attribuer un tel retard, si ce n'est à un courant de matières nouvelles, rentrant sur les surfaces polaires auxquelles le mouvement rotatoire est imprimé par le frottement contre la pénombre, et donnant lieu dans la zone intermédiaire à des tourbillons immenses, les taches solaires.

» On pourrait dire que cette matière, entrant dans la photosphère par les pôles, fait partie d'un mouvement ne dépassant pas l'atmosphère solaire, mouvement semblable à ceux de notre atmosphère. Mais les vents alizés terrestres sont le résultat de l'échauffement de l'air par les rayons solaires dans les tropiques, tandis que dans le Soleil même il n'existe aucune cause de mouvement semblable. On peut, au contraire, dire positivement que, si le Soleil avec son atmosphère se trouvait dans le vide, sa rotation ne produirait d'autre effet qu'une excentricité modérée dans le sens vertical à l'axe de rotation; mais, cette excentricité une fois établie, il ne resterait plus aucune cause de mouvement dans une direction tangentielle. Donc l'accélération qu'on observe dans la photosphère fournit, à mon avis, la preuve incontestable d'un grand courant de matières gazeuses, arrivant aux surfaces polaires et formant un vaste fleuve superficiel qui passe à l'équateur et, de là, dans l'espace universel. En l'absence d'une force opposée, ce vaste courant s'élancera au delà même des planètes et arrivera à faire partie de la matière interstellaire. Il est donc probable qu'il se passera

des siècles avant que les atomes qui sortent aujourd'hui du Soleil à l'état de combinaison y rentrent sous une forme désagrégée.

» J'espère que le désir de défendre mon hypothèse contre la critique de M. Hirn me servira d'excuse pour la longueur de ma réponse. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un théorème de M. Tisserand.* Note de M. **Stieltjes**, présentée par M. Hermite.

« J'ai été conduit à la généralisation suivante de la formule donnée dans ma Communication précédente.

» Posons

$$(1)\quad \left\{ \begin{aligned} \mathrm{P}^{(n)}(p,x) = 2^n \frac{\Pi\left(n+\frac{p-3}{2}\right)}{\Pi(n)} \Big[& x^n - \frac{n(n-1)}{2(2n+p-3)} x^{n-2} \\ & + \frac{n(n-1)(n-2)(n-3)}{2.4.(2n+p-3)(2n+p-5)} x^{n-4} - \ldots \Big], \end{aligned} \right.$$

n étant un nombre entier, non négatif, p un nombre quelconque.

» On a, en particulier,

$$\mathrm{P}^{(n)}(1,x) = \frac{2}{n}\cos nu, \qquad x = \cos u,$$

$$\mathrm{P}^{(n)}(2,x) = \sqrt{n}\,\mathrm{X}_n,$$

$$\mathrm{P}^{(n)}(3,x) = \frac{\sin(n+1)u}{\sin u}.$$

» Je remarque que, en accord avec la définition (1), on doit prendre, dans les formules suivantes:

$$n\mathrm{P}^{(n)}(1,x) = 1 \quad \text{pour} \quad n = 0.$$

» Ces polynômes ont été étudiés, sous le nom de *fonctions sphériques d'ordre p*, par M. Heine, et l'on a

$$\frac{\Pi\left(\frac{p-3}{2}\right)}{(1-2\alpha x+\alpha^2)^{\frac{p-1}{2}}} = \sum_0^\infty \alpha^n \mathrm{P}^{(n)}(p,x),$$

$$-\log(1-2\alpha x+\alpha^2) = \sum_1^\infty \alpha^n \mathrm{P}^{(n)}(1,x$$

» Faisons maintenant

$$\text{(2)} \qquad X = x \cos u \cos u' + y \sin u \sin u';$$

alors je dis qu'on aura

$$\text{(3)} \quad \begin{cases} P^{(n)}(p, X) = \Sigma\Sigma c_{i,k} (\cos u \cos u')^i (\sin u \sin u')^k \\ \qquad \times \mathcal{F}\left(\frac{i+k-n}{2}, \frac{i+k+n+p-1}{2}, k+\frac{p+1}{4}, \sin u^2\right) \\ \qquad \times \mathcal{F}\left(\frac{i+k-n}{2}, \frac{i+k+n+p-1}{2}, k+\frac{p+1}{4}, \sin u'^2\right) \\ \qquad \times P^{(i)}\left(\frac{p-1}{2}, x\right) P^{(k)}\left(\frac{p-1}{2}, y\right). \end{cases}$$

» La sommation s'étend à toutes les valeurs entières non négatives de i et de k, qui rendent $n - i - k$ pair et non négatif.

» La valeur de la constante numérique $c_{i,k}$ est la suivante :

$$\text{(4)} \quad \begin{cases} c_{i,k} = \left(i + \frac{p-3}{4}\right)\left(k + \frac{p-3}{4}\right) \\ \qquad \times \dfrac{\Pi\left(\frac{n-i+k}{2} + \frac{p-3}{4}\right)\Pi\left(\frac{n+i+k+p-3}{2}\right)}{\Pi\left(\frac{n-i-k}{2}\right)\Pi\left(k+\frac{p-3}{4}\right)\Pi\left(k+\frac{p-3}{4}\right)\Pi\left(\frac{n+i-k}{2}+\frac{p-3}{4}\right)}. \end{cases}$$

» Pour $p = 3$, $n = n'$, on retrouve la formule de M. Tisserand.

» Si l'on pose $n = n' = 0$, tous les termes dans lesquels k n'est pas égal à zéro disparaissent, et l'on obtient le développement de $P^{(n)}(p, x)$ suivant les polynômes $P^{(i)}\left(\frac{p-1}{2}, x\right)$. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Extension du problème de Riemann à des fonctions hypergéométriques de deux variables.* Note de M. É. GOURSAT, présentée par M. Hermite.

« Dans une Note que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie dans sa séance du 13 novembre, j'ai défini certaines fonctions de deux variables indépendantes x et y, d'après la manière dont ces fonctions se comportent dans le voisinage des valeurs singulières de x et de y; j'ai montré que toute fonction remplissant ces conditions vérifiait deux équations linéaires du quatrième ordre (1) et (2), ne contenant chacune que les dérivées de z par rapport à l'une des variables, et dont les coefficients ne renferment aucun

paramètre arbitraire. En comparant l'équation (1) avec une équation obtenue antérieurement par M. Appell, j'en ai conclu que les équations (1) et (2) étaient vérifiées par toute intégrale commune aux deux équations simultanées aux dérivées partielles :

$$(3)\quad \begin{cases} (x - x^2)r + ys + [\gamma - (\alpha + \beta + 1)x]p - \alpha\beta z = 0, \\ (y - y^2)t + xs + [\gamma - (\alpha' + \beta' + 1)x]q - \alpha'\beta' z = 0, \end{cases}$$

p, q, r, s, t désignant, suivant l'usage, les dérivées partielles

$$\frac{\partial z}{\partial x}, \quad \frac{\partial z}{\partial y}, \quad \frac{\partial^2 z}{\partial x^2}, \quad \frac{\partial^2 z}{\partial x\,\partial y}, \quad \frac{\partial^2 z}{\partial y^2}.$$

Le but de la présente Note est de démontrer en toute rigueur les conclusions que ma dernière Communication laissait entrevoir, c'est-à-dire que les équations (1) et (2) n'admettent pas d'autre intégrale commune que les intégrales communes aux équations (3).

» Désignons toujours par z une fonction des deux variables x et y, jouissant des propriétés énoncées; une telle fonction devra vérifier un système d'équations linéaires aux dérivées partielles de la forme suivante :

$$(4)\quad \begin{cases} r = a_1 s + a_2 p + a_3 q + a_4 z, \\ t = b_1 s + b_2 p + b_3 q + b_4 z, \end{cases}$$

les a et les b étant des fonctions rationnelles de x et y, dont il serait aisé de trouver la forme. On pourrait alors, partant des équations (4), former deux équations du quatrième ordre, ne contenant l'une que les dérivées par rapport à x, l'autre que les dérivées par rapport à y, et, en écrivant qu'elles sont identiques aux équations (1) et (2), on déterminerait ainsi les coefficients inconnus qui entrent dans les a et les b. Mais il nous suffira de démontrer que ces fonctions a et b sont entièrement déterminées, sans que nous ayons besoin de les calculer. Je remarque pour cela que, si z est une fonction répondant à la question, $\frac{\partial z}{\partial x}$ jouit, relativement aux points critiques, des mêmes propriétés que la fonction z elle-même; $\frac{\partial z}{\partial x}$ doit donc vérifier un système d'équations (1′) et (2′), analogues aux équations (1) et (2), et que l'on déduirait de ces dernières par le changement de α, β, γ en $\alpha + 1, \beta + 1, \gamma + 1$; $\frac{\partial z}{\partial y}$ vérifierait également un système d'équations (1″)

et ($2''$) que l'on obtiendrait en changeant α', β', γ en $\alpha'+1$, $\beta'+1$, $\gamma+1$, et il en serait de même pour $\frac{\partial^2 z}{dx^2}$, $\frac{\partial^2 z}{\partial x\,\partial y}$, $\frac{\partial^2 z}{\partial y^2}$.

» Ceci posé, soient F_1, F_2, F_3, F_4 quatre intégrales linéairement indépendantes des équations (4); les a sont donnés par les équations

$$\frac{\partial^2 F_1}{\partial x^2} = a_1 \frac{\partial^2 F_1}{\partial x\,\partial y} + a_2 \frac{\partial F_1}{\partial x} + a_3 \frac{\partial F_1}{\partial y} + a_4 F_1,$$
$$\frac{\partial^2 F_2}{\partial x^2} = a_1 \frac{\partial^2 F_2}{\partial x\,\partial y} + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$

et les b par des équations analogues. Considérons, par exemple, la valeur de a_1

$$a_1 = \frac{\begin{vmatrix} \frac{\partial^2 F_1}{\partial x^2} & \frac{\partial F_1}{\partial x} & \frac{\partial F_1}{\partial y} & F_1 \\ \frac{\partial^2 F_2}{\partial x^2} & \ldots & \ldots & \ldots \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} \frac{\partial^2 F_1}{\partial x\,\partial y} & \frac{\partial F_1}{\partial x} & \frac{\partial F_1}{\partial y} & F_1 \\ \frac{\partial^2 F_2}{\partial x\,\partial y} & \ldots & \ldots & \ldots \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \end{vmatrix}}.$$

Regardons, dans cette expression, y comme constant; F_1, F_2, F_3, F_4 deviennent quatre intégrales de l'équation (1); de même $\frac{\partial F_1}{\partial x}$, $\frac{\partial F_2}{\partial x}$, $\frac{\partial F_3}{\partial x}$, $\frac{\partial F_4}{\partial x}$, puis $\frac{\partial F_1}{\partial y}$, ... deviennent respectivement des intégrales d'équations linéaires du quatrième ordre, ne renfermant aucun paramètre arbitraire. On voit de plus que la valeur de a_1 ne change pas quand on remplace les éléments d'un système fondamental par ceux d'un autre système fondamental, le numérateur et le dénominateur étant multipliés par un même facteur constant. Ainsi, quand on donne à y une valeur particulière, a_1 devient une fonction bien déterminée de x. Tout pareillement, si l'on attribue à x une valeur constante, a_1 devient une fonction bien déterminée de y; a_1 est donc une fonction de x et de y qui est complètement déterminée, et l'on démontrerait qu'il en est de même des autres coefficients a et b.

» Puisqu'il ne peut y avoir qu'un système d'équations de la forme (4) dont les intégrales vérifient les équations (1) et (2), ce système est forcément identique à celui des équations (3), trouvées par M. Appell. Il est

donc établi, ce qui était l'objet final de cette étude, que ces équations (3) sont complètement définies par la forme de leurs intégrales dans le voisinage des valeurs singulières de x et de y. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur un nouvel intégromètre.* Note de M. **Br. Abdank-Abakanowicz.**

« J'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie quelques intégrateurs basés sur un nouveau principe cinématique (vis à pas variable). Je me permets de lui soumettre un appareil nouveau, un intégromètre dont le principe est le même et qui n'est qu'une modification de l'intégrateur à un cylindre et un disque, que j'ai construit en 1879 dans le laboratoire de Physique de l'École Polytechnique de Lemberg et que j'ai déjà présenté à l'Académie. Les deux appareils ne diffèrent en rien l'un de l'autre, comme principe : je me reporte donc, pour la théorie, à ce qui a été publié dans les *Comptes rendus* [1].

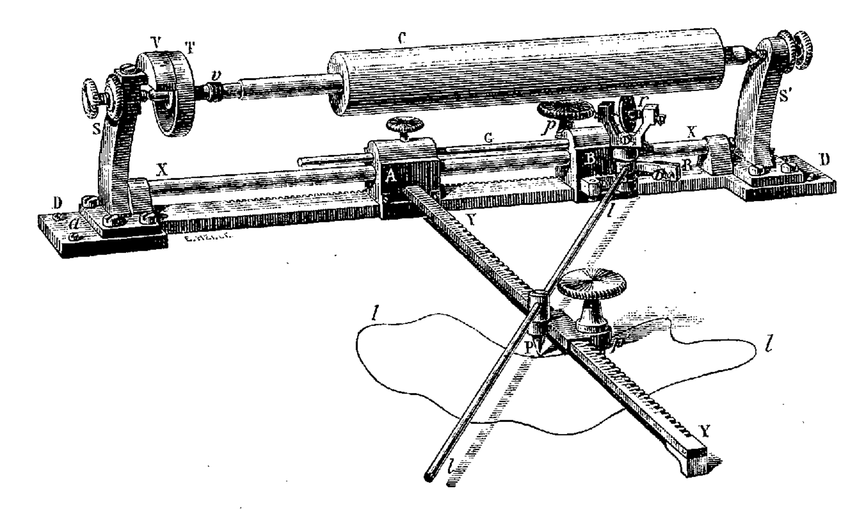
» Mon intégromètre présente l'avantage qu'il n'y a pas de *glissement* d'une roulette sur une surface, comme dans les planimètres connus; un disque *roule* sur un cylindre, sans jamais glisser. Il en résulte que la cause principale des erreurs est éliminée, et la précision de l'intégration ne dépend que de la précision dans la construction du cylindre. Or, comme il est possible de tourner en métal un cylindre s'approchant d'une forme géométriquement exacte, les résultats que j'obtiens sont d'une grande précision.

» La figure ci-jointe représente l'intégromètre. Sur une règle DD, qui se fixe au moyen de punaises sur le plan du dessin, sont fixés les paliers S, S', qui portent entre des pointes un cylindre C. Sur un chariot B, se mouvant le long de la tige XX, est monté le disque r. La tige l, qui fait dévier le plan du disque r, est posée dans le plan de r au moyen de vis de réglage montées sur le levier R. Un autre chariot A porte une règle YY perpendiculaire à XX. Les deux chariots sont réunis ensemble au moyen de la tige g, et leur distance peut être changée à volonté. Sur la règle DD, ainsi que YY, sont taillées des crémaillères, dans lesquelles engrèvent les pignons p et p'. Si l'on fait tourner le pignon p, le chariot B avance, ainsi que le chariot A qui est solidaire avec B. Le disque r, porté par le chariot B et pressé par un ressort contre la surface du cylindre, se meut alors le long d'une généra-

---

[1] *Comptes rendus*, 27 février 1881, 7 mars 1881 et 20 mars 1882.

trice, et le cylindre tourne en roulant sur le disque, avec une vitesse proportionnelle à la tangente de l'angle formé par *ll* et XX. On lit le nombre des tours sur un compteur placé sur la vis sans fin *v* (ce compteur n'est pas



représenté sur la figure), et les fractions sur le tambour T, muni d'un vernier V.

» En faisant tourner le pignon *p'*, on fait mouvoir un chariot le long de YY. Ce chariot porte un axe vertical, terminé par une pointe P. Dans un trou pratiqué dans cet axe, passe la tige *l*. Or, si l'on fait glisser le chariot, on varie l'inclinaison de la tige *l*, ainsi que du disque *r*.

» En faisant tourner les deux pignons en même temps, on imprime au triangle ABP une translation, et l'on fait varier sa hauteur AP. L'appareil est muni de toutes les vis de réglage nécessaires pour mettre toutes les parties de l'intégromètre dans leur position exacte.

» Pour trouver la surface d'une courbe *ll*, on suit cette courbe avec la pointe P, en faisant tourner le pignon *p* par une main, et *p'* par l'autre. On obtient la surface en multipliant le nombre des tours du cylindre par une constante, fonction de la distance entre A et B.

» Le maniement de l'appareil demande une certaine habitude, mais le résultat obtenu est très exact, parce qu'il n'y a pas de glissement et que l'inertie des parties mobiles n'entre pas en jeu dans cette disposition des deux pignons (¹).

(¹) Pour l'emploi courant, la maison Lenczewshi et Cie, à Paris, construit des appareils simplifiés où les chariots sont montés sur des roulettes, et l'on n'a qu'à suivre directement la courbe avec la pointe P pour obtenir l'entraînement de ces chariots.

GÉOMÉTRIE. — *Sur un mode de transformation des figures dans l'espace.* Note de MM. VANECEK, présentée par M. de la Gournerie. (Extrait.)

« 1. Considérons d'abord la courbe L qui doit être transformée ([1]), par rapport à la surface fondamentale F, à la courbe M et à la surface auxiliaire P. La courbe L se transforme, comme nous l'avons vu, en une courbe R d'ordre $4lmp$; L, M, P étant respectivement d'ordre l, m, p.

» 2. Supposons que le point a est un point multiple d'ordre l_1 sur la courbe L. Son plan polaire A est par conséquent aussi multiple d'ordre l_1. Ce plan coupe la courbe M en m points dont les plans polaires coupent A en m droites A multiples d'ordre l_1.

» Chaque telle droite perce la surface P en p points auxquels correspondent, sur les droites A, p autres points de la courbe inverse R.

» Nous voyons que le point a se transforme en mp points multiples d'ordre l_1 qui sont distribués p à p sur les m droites situées dans le plan polaire du point a.

» La même chose a lieu quand le point a se trouve sur la courbe M. Les points dérivés sont distribués p à p sur l droites du plan A.

» 3. Le point a est un point multiple d'ordre l_1 et le point fondamental de la courbe L.

» Dans ce cas, toutes les droites A de l'article précédent passent par le point a, qui est par suite un point multiple $l_1 mp$ de la courbe inverse R.

» Si le point a se trouve sur M, étant le point fondamental et d'ordre m_1, il se transforme en un point multiple d'ordre $lm_1 p$.

» 4. Le point a est le point d'intersection de deux courbes L, M. Le point a, comme appartenant à la courbe L, se transforme en mp points situés p à p sur m droites du plan polaire A. Si nous considérons le point a comme appartenant à la courbe M, il se transforme en lp points situés p à p sur l droites du même plan.

» Nous recevrons alors $p(l+m)$ points de la courbe inverse R, distribués p à p sur $(l+m)$ droites du plan A, qui est le plan polaire du point donné a.

» 5. Supposons que le point a soit un point multiple d'ordre l_1 sur L et la point multiple d'ordre m_1 sur M.

([1]) *Comptes rendus*, t. XCIV, 29 mai et 12 juin 1882.

» Le plan polaire A du point a, étant un plan multiple d'ordre l_1, coupe la courbe M en m points, auxquels correspondent m droites situées dans le plan A, qui sont, par conséquent, les droites multiples d'ordre l_1. Chacune de ces lignes perce la surface P en p points, dont les points correspondants se trouvent sur lesdites droites, et ils sont les points multiples d'ordre l_1. Il y en a mp.

» En considérant le point a comme appartenant à la courbe M, nous recevrons de même les points de la courbe inverse R, qui sont les points multiples d'ordre m_1 et dont le nombre est lp.

» Nous voyons donc que le point a se transforme en mp points multiples d'ordre l_1 et en lp points multiples d'ordre m_1. Ces points sont distribués p à p sur $(l+m)$ droites d'un même plan A.

» 6. Examinons le cas où les deux courbes L, M se coupent en un point fondamental, c'est-à-dire sur la surface fondamentale F. Cherchons le caractère de ce point après la transformation.

» Pour résoudre le problème donné, supposons un plan P et deux droites L, M qui se coupent sur la surface F au point a.

» Les plans polaires des points des droites L, M font deux faisceaux dont les arêtes sont les droites polaires L', M' de L, M. Les droites L', M' se coupent au pôle s du plan S des deux droites données L, M, et elles se trouvent dans le plan polaire A du point a.

» Les plans correspondants des deux faisceaux (L'), (M') des plans, qui ont le plan A commun, se coupent sur un plan T aux droites qui forment un faisceau (s).

» Les plans polaires des points de la droite T d'intersection du plan T avec le plan P font un faisceau (T') projectif au faisceau (s) des droites. Les faisceaux (s), (T') engendrent donc une conique T dans le plan T.

» Cette conique T passe par les points, comme nous allons le dire. Le plan T coupe F en une conique D qui coupe les droites T et S, la dernière étant la droite polaire du point s par rapport à D, en quatre points respectivement : t_1, t_2; s_1, s_2. Par ces points passe la conique T. Nous trouvons ainsi la transformation connue dans le plan T [1].

» Le faisceau (s) des droites dans le plan A engendre, avec les plans polaires des points de la droite d'intersection A des plans A, P, une autre conique E qui passe par les points a, s et que nous pouvons construire comme précédemment la conique T.

---

[1] *Sur l'inversion générale* (*Comptes rendus*, t. XCIV).

» La courbe R, dérivée des droites L, M par rapport au plan auxiliaire P, étant du quatrième ordre, dégénère en deux coniques T, E.

» Remplaçons le plan P par une surface générale d'ordre p. La courbe R se décompose toujours en deux courbes planes, chacune d'ordre $2p$. Les plans de ces courbes sont A, T. Revenons au problème posé au commencement de ce paragraphe.

» En prenant les tangentes L, M au point a des courbes L, M, nous obtiendrons une courbe plane A d'ordre $2p$ comme une partie de la courbe dérivée R, et l'autre partie est, par conséquent, d'ordre $2p(2lm-1)$.

» 7. Les courbes L, M se coupent sur la surface fondamentale F en un point a, qui est un point multiple d'ordre l_1 sur L et un point multiple d'ordre m_1 sur M.

» Dans ce cas, nous remplaçons le point multiple l_1 par l_1 tangentes de la courbe L; de même pour la courbe M. Nous recevons, d'après ce qui précède, $l_1 m_1$ courbes d'ordre $2p$ situées dans le plan polaire A du point a. Cette partie de la courbe dérivée R est donc d'ordre $2l_1 m_1 p$, et l'autre partie est, par conséquent, $2p(2lm - l_1 m_1)$.

» 8. La surface P coupe la surface fondamentale en une courbe P. Supposons que la courbe L passe par un simple point a de la courbe P.

» Le plan polaire A de ce point est le plan tangent à la surface fondamentale et coupe M en m points. Considérons un tel point m. Son plan polaire passe par le point a et coupe A en une droite A, laquelle perce la surface P en $(p-1)$ points p et au point a.

» Les plans polaires des points p passent tous par a, qui est, par conséquent, un point multiple d'ordre $(p-1)$ de la courbe dérivée R.

» Pour le point a, nous recevrons la droite A comme une partie de la courbe R. Il y a m droites A, et chacune a la même fonction. Il suit de là que :

» Quand la courbe L passe par un point a de la courbe d'intersection de la surface P avec la surface fondamentale, ce point est un point multiple d'ordre $m(p-1)$, et m droites, situées dans le plan tangent en ce point, font une partie de la courbe dérivée R.

» La même chose a lieu quand nous remplaçons la courbe L par M, en changeant les lettres l, m dans ce théorème. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Equilibre d'élasticité d'un solide limité par un plan.* Note de M. **J. Boussinesq**, présentée par M. de Saint-Venant.

« Dans un article du 20 mai 1878 (*Comptes rendus*, t. LXXXVI, p. 1260), j'ai étudié l'équilibre d'un solide homogène et isotrope, limité d'un côté par le plan des xy, s'étendant indéfiniment dans tous les autres sens, de $z=0$ à $z=\infty$, et soumis, sur sa surface $z=0$, à des pressions extérieures dont les composantes par unité d'aire, p_x, p_y, p_z, sont données en chaque point (x_1, y_1); mais je ne m'y suis attaché qu'au cas, particulièrement intéressant, où les pressions extérieures se réduisent à leur composante normale p_z, et j'y ai exprimé, pour ce cas, les déplacements u, v, w produits en un point quelconque (x, y, z) du corps au moyen des dérivées d'un certain *potentiel* $\psi = \int \log(z+r)\,dm$, que j'ai appelé *logarithmique à trois variables*, où paraît la distance r du point (x, y, z) à chaque élément dm d'une matière fictive qui, étalée sur la surface, aurait sa densité $\rho(x_1, y_1)$ (par unité d'aire) proportionnelle à p_z. Depuis, M. Valentino Cerruti a abordé autrement la même question [*Ricerche intorno all'equilibrio de' corpi elastici isotropi* (*Accad. dei Lincei*, 1882)], et il a non seulement retrouvé ma solution de 1878, mais traité aussi le cas d'actions tangentielles p_x, p_y et celui où l'on se donnerait, à la surface, les déplacements u, v, w au lieu des pressions p_x, p_y, p_z. Je me propose de montrer, si l'Académie le veut bien, que les principes posés dans mon article de mai 1878 conduisent, avec une extrême simplicité, aux nouveaux résultats de M. Cerruti.

» L'idée mère de cet article était dans la remarque suivante : Φ désignant une fonction quelconque dont le paramètre Δ_2 soit nul, et en notant d'ailleurs, pour abréger, les dérivées prises par rapport à z au moyen d'accents (par exemple, Φ', Φ'' pour celles de Φ), on a $2\Phi' + \Delta_2(-z\Phi) = 0$, relation qui, différentiée en x, y, z, en donne trois autres immédiatement identifiables aux trois équations indéfinies de l'équilibre d'élasticité, qui sont $\frac{\lambda+\mu}{\mu}\frac{d\theta}{d(x,y,z)} + \Delta_2(u, v, w) = 0$, pourvu qu'on prenne $\frac{\lambda+\mu}{\mu}\theta = 2\Phi'$ et u, v, w égaux aux trois dérivées en x, y, z de $-z\Phi$, augmentées de fonctions, α, β, γ, dont le Δ_2 soit nul. Et comme, en outre, θ doit égaler la somme des trois dérivées respectives de u, v, w en x, y, z, on se trouve satisfaire aux équations indéfinies de l'équilibre en posant

$$(1)\quad (u, v, w) = -\frac{dz\Phi}{d(x, y, z)} + (\alpha, \beta, \gamma),\quad \Delta_2(\alpha, \beta, \gamma, \Phi) = 0,\quad 2\frac{\lambda+2\mu}{\lambda+\mu}\Phi' = \frac{d\alpha}{dx} + \frac{d\beta}{dy} + \gamma'.$$

» Effectuons, dans les trois premières de ces équations, les différentiations indiquées de $z\Phi$, et remplaçons $\gamma - \Phi$ par γ. Nous aurons

$$(2)\quad (u, v, w) = -z\frac{d\Phi}{d(x,y,z)} + (\alpha, \beta, \gamma), \quad \Delta_2(\alpha, \beta, \gamma, \Phi) = 0, \quad \frac{\lambda + 3\mu}{\lambda + \mu}\Phi' = \frac{d\alpha}{dx} + \frac{d\beta}{dy} + \gamma'.$$

» On peut, par exemple, y mettre pour α, β, γ les dérivées premières en z de trois fonctions U, V, W ayant leurs Δ_2 nuls, cas où il vient

$$(3)\quad (u, v, w) = (U', V', W') - \frac{\lambda + \mu}{\lambda + 3\mu} z \frac{d\left(\frac{dU}{dx} + \frac{dV}{dy} + W'\right)}{d(x, y, z)}, \quad \Delta_2(U, V, W) = 0.$$

» Les trois types d'intégrales que j'ai donnés dans l'article cité se déduisent de (1) en prenant : 1° $\alpha = 0$, $\beta = 0$, $\Phi =$ la dérivée en z d'une fonction ψ dont le Δ_2 soit nul et $\gamma = 2\frac{\lambda + 2\mu}{\lambda + \mu}\psi'$; 2° $\Phi = 0$ et α, β, γ égaux aux dérivées de ψ en x, y, z; 3° $\Phi = 0$, $\gamma = 0$ et $\alpha = -\frac{d\varphi_1}{dy}$, $\beta = \frac{d\varphi_1}{dx}$, où φ_1 désigne une autre fonction ayant également son Δ_2 nul. De plus, j'ai montré que, si l'on superpose, d'une part, le premier type et le deuxième, respectivement multipliés par les inverses de 2μ et de $-2(\lambda + \mu)$, d'autre part, le premier, le deuxième et le troisième, respectivement multipliés par $\frac{1}{2\mu}$, $-\frac{\lambda + 2\mu}{2\mu(\lambda + \mu)}$, $\frac{1}{\mu}$, et si, pour éviter toute confusion, on remplace, dans le second cas, ψ par φ, on obtient deux nouveaux types, qu'expriment les formules suivantes, auxquelles j'ai joint les valeurs corrélatives des pressions p_x, p_y, p_z exercées sur les éléments plans normaux aux z :

$$(4)\quad \begin{cases} (u, v) = -\frac{1}{2\mu}\frac{d}{d(x, y)}\left(z\psi' + \frac{\mu}{\lambda + \mu}\psi\right), \quad w = -\frac{1}{2\mu}\left(z\psi'' - \frac{\lambda + 2\mu}{\lambda + \mu}\psi'\right) \\ (p_x, p_y) = z\frac{d\psi''}{d(x, y)}, \quad p_z = z\psi''' - \psi''; \end{cases}$$

$$(5)\quad \begin{cases} u = -\frac{1}{2\mu}\left[\frac{d}{dx}\left(z\varphi' + \frac{\lambda + 2\mu}{\lambda + \mu}\varphi\right) + 2\frac{d\varphi_1}{dy}\right], \\ v = -\frac{1}{2\mu}\left[\frac{d}{dy}\left(z\varphi' + \frac{\lambda + 2\mu}{\lambda + \mu}\varphi\right) - 2\frac{d\varphi_1}{dx}\right], \quad w = -\frac{1}{2\mu}\left(z\varphi'' - \frac{\mu}{\lambda + \mu}\varphi'\right); \\ p_x = \frac{d}{dx}(z\varphi'' + \varphi') + \frac{d\varphi'_1}{dy}, \quad p_y = \frac{d}{dy}(z\varphi'' + \varphi') - \frac{d\varphi'_1}{dx}, \quad p_z = z\varphi'''; \\ \text{d'où } \frac{dp_x}{dx} + \frac{dp_y}{dy} = \left(\frac{d^2}{dx^2} + \frac{d^2}{dy^2}\right)(\varphi' + z\varphi''), \quad \frac{dp_x}{dy} - \frac{dp_y}{dx} = \frac{d^2\varphi'_1}{dx^2} + \frac{d^2\varphi'_1}{dy^2}. \end{cases}$$

Les valeurs (3) de u, v, w, (4) de p_x, p_y, p_z, (5) de $\frac{dp_x}{dx} + \frac{dp_y}{dy}$ et de $\frac{dp_x}{dy} - \frac{dp_y}{dx}$ se réduisent respectivement, pour $z = 0$, à $u = U'$, $v = V'$, $w = W'$, à $p_x = 0$,

$p_y = 0$, $p_z = -\psi''$ et à

$$(6)\ (\text{pour } z = 0) \quad \frac{dp_x}{dx} + \frac{dp_y}{dy} = \frac{d^2\varphi'}{dx^2} + \frac{d^2\varphi'}{dy^2} = -\varphi''', \qquad \frac{dp_x}{dy} - \frac{dp_y}{dx} = -\varphi_1''.$$

» Supposé donc que, dans ces cas respectifs, les valeurs de u, v, w, ou de p_z, ou de p_x et p_y, à la limite $z = 0$, soient données, on aura à choisir pour U, V, W, ou pour ψ, ou pour φ et φ_1, des fonctions qui aient, à la fois, leurs Δ_2 nuls et leurs dérivées premières, seconde ou troisièmes en z égales pour $z = 0$ à des fonctions arbitraires connues de x et de y. Il suffit, pour cela, de prendre des potentiels de la forme $\int f(z, r)\,dm$, relatifs à des masses fictives $\int dm$ étalées sur la surface, savoir soit des *potentiels* ordinaires, soit ce que j'ai appelé un *potentiel logarithmique à trois variables*, $\psi = \int \log(z + r)\,dm$, dont la dérivée en z est un potentiel ordinaire, soit enfin d'autres potentiels que j'ai signalés aussi, $\Psi = \int[-r + z\log(z + r)]\,dm$, dont la dérivée en z est le potentiel logarithmique ψ : ces trois sortes de fonctions ont leur dérivée première, seconde ou troisième en z, égale, pour z nul, au produit de -2π par la densité $\rho(x, y)$. Donc on prendra, dans le cas des équations (3), U, V, W égaux aux potentiels ordinaires de couches ayant pour densités respectives les quotients, par -2π, des valeurs correspondantes données de u, v, w à la surface : ce qui conduira précisément aux formules (41) (p. 23) du Mémoire de M. Cerruti. Dans le cas des équations (4), qui est celui de pressions normales données p_z appliquées à la surface, on fera, comme je l'ai montré dès 1878, ψ égal au potentiel logarithmique d'une couche qui aurait pour densité le quotient de ces pressions p_z par 2π. Enfin, dans le troisième cas, on choisira de même, pour φ et φ_1, des potentiels de la troisième espèce, relatifs à des couches ayant comme densités respectives les quotients par 2π des premiers membres de (6). Et comme il est évident qu'un potentiel d'une matière $\int dm$ étalée sur le plan des xy se différentie en x ou y par la simple différentiation en x_1 ou y_1, sous le signe $\int$, de la densité $\rho(x_1, y_1)$ de la couche (vu que faire croître x de dx revient à remplacer, dans l'intégrale, chaque élément dm par celui dont la coordonnée x_1 dépasse la sienne de dx), on aura $\varphi = \frac{d\Psi_x}{dx} + \frac{d\Psi_y}{dy}$, $\varphi_1 = \frac{d\Psi_x}{dy} - \frac{d\Psi_y}{dx}$, Ψ_x et Ψ_y désignant les potentiels analogues formés en prenant pour densités les quotients par 2π des valeurs données de p_x et p_y. Or les expressions (5) de u, v, w, si l'on y substitue ces valeurs de φ et φ_1, et qu'on les superpose aux valeurs (4) de u, v, w, donnent des formules revenant exactement à celles (58) et (63) (p. 32 et 33) du Mémoire de M. Cerruti. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Interprétation théorique de l'effet produit par une couche mince d'huile, répandue à la surface de la mer, pour calmer l'agitation des flots.* Lettre de M. **Van der Mensbrugghe** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Depuis les remarquables expériences de M. Shields, en Écosse, l'attention publique a été appelée sur l'efficacité merveilleuse que possède l'huile, pour calmer les vagues de la mer. J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie un résumé des propositions à l'aide desquelles j'ai cru pouvoir expliquer, à la séance du mois d'août de l'Académie royale de Belgique, comment une petite quantité d'huile, étalée sur une grande surface, peut vaincre une quantité énorme de force vive des eaux [1].

» 1. La quantité de travail nécessaire pour augmenter de 1^{mq} la surface libre d'une masse d'eau est d'environ $0^{kgm},0075$; ce travail se trouve emmagasiné, sous forme d'énergie potentielle, dans la couche superficielle fraîche de l'eau; l'épaisseur de la couche où réside cette énergie n'atteint pas $\frac{1}{20000}$ de millimètre.

» 2. Réciproquement, si la surface libre de l'eau diminue avec rapidité, à chaque mètre carré de surface perdue correspond une énergie de mouvement équivalente à $0^{kgm},0075$.

» 3. Isolons, par la pensée, une masse d'eau ayant 1^{mq} de base et 1^{m} d'épaisseur, et concevons qu'une action mécanique, telle que le vent, ramasse rapidement sur elle-même une couche superficielle ayant 1^{mq} de base et $\frac{1}{20000}$ de millimètre d'épaisseur, en mettant à nu une couche fraîche de même étendue; dès lors, l'énergie potentielle de la première couche sera transformée entièrement en énergie de mouvement. Si toutes les couches successives, ayant chacune $\frac{1}{20000}$ de millimètre d'épaisseur, sont également enroulées sur elles-mêmes, l'application du principe des forces vives montre que le mètre cube d'eau peut emmagasiner théoriquement un travail de 150000^{kgm}, capable d'imprimer à la masse totale une vitesse de $54^{m},2$.

---

(1) J'exprime formellement le vœu que des essais soient tentés à l'embouchure de la Seine, dans le but de vérifier si réellement, comme le font présumer les faits déjà connus et ma théorie de l'énergie potentielle des surfaces liquides, une quantité relativement minime d'huile peut empêcher les effets désastreux du mascaret. En cas de réussite, l'emploi de l'huile s'imposerait, pendant les tempêtes, dans les ports, dans le voisinage des phares, dans les endroits dangereux des côtes, etc.

» 4. Si une couche superficielle d'eau, ayant 1^{mq} de surface, glisse, par l'action du vent, sur une couche voisine de même étendue, celle-ci, étant recouverte par la première, perd son énergie potentielle, mais acquiert une quantité équivalente d'énergie de mouvement; si l'action du vent fait glisser une nouvelle couche sur l'ensemble des deux premières, il se développe de nouveau une force vive équivalente à l'énergie potentielle de la surface libre perdue, et ainsi de suite.

» 5. Supposons maintenant qu'une couche d'eau pure glisse sur une couche voisine recouverte d'huile; dès lors l'énergie potentielle ($0^{kgm},0055$) de l'eau, recouverte d'une mince couche graisseuse, se trouve remplacée par l'énergie potentielle de la surface libre de l'eau pure ($0^{kgm},0075$), énergie augmentée de celles des deux surfaces de contact de la mince couche d'huile submergée avec l'eau inférieure et avec l'eau supérieure (chacune de ces dernières énergies vaut, d'après les mesures de M. Quincke, $0^{kgm},002$); donc le glissement de la couche d'eau pure sur la couche huileuse a produit *un gain* d'énergie potentielle de $0^{kgm},006$ par mètre carré; mais, à un pareil développement d'énergie potentielle, correspond nécessairement une perte équivalente de force vive; voilà pourquoi les vagues doivent rapidement perdre leur force, dès qu'elles atteignent une couche huilée.

» Telles sont les propositions bien simples qui me permettent de rendre compte d'un phénomène connu depuis l'antiquité, mais qui, en raison même de sa singularité, n'a pas encore reçu les précieuses applications qu'il mérite. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les moteurs électriques.* Note de M. **Marcel Deprez.**

« Dans une précédente Communication, j'ai montré le parti que l'on pouvait tirer, dans la théorie des moteurs électriques, d'un élément nouveau auquel j'ai donné le nom de *prix de l'effort statique,* et qui est indépendant de la résistance des fils enroulés sur le moteur (pourvu que leur forme extérieure et leur volume restent invariables), ainsi que de l'état de repos ou de mouvement de ce moteur. Ce dernier point a été contesté. Je crois donc utile de faire connaître l'expérience fondamentale qui permet de constater que, lorsqu'un courant traverse un moteur électrique ayant pour organe principal l'anneau sectionné de Pacinotti, l'effort tangentiel exercé sur l'anneau par les inducteurs est indépendant de l'état de repos ou de mouvement de cet anneau, et qu'il reste invariable, quelle que soit la vi-

tesse, lorsqu'on maintient le courant constant. Réciproquement, si le couple résistant appliqué à l'anneau est maintenu constant, le courant sera, par cela même, maintenu constant, quels que soient les moyens employés pour le faire varier.

» Voici comment on dispose l'expérience : On monte, sur l'axe d'une machine dynamo-électrique, un frein dynamométrique, se réglant automatiquement, c'est-à-dire capable de maintenir invariable l'effort tangentiel appliqué à la poulie du frein, quelles que puissent être les variations du frottement. Puis on lance dans cette machine un courant emprunté à une source quelconque d'électricité, après avoir eu soin d'intercaler dans le circuit un galvanomètre d'intensité ou ampère-mètre. Un second galvanomètre à fil très résistant est placé en dérivation, sur les bornes de la pile ou de la machine qui joue le rôle de source d'électricité, pour mesurer la différence de potentiel qui existe entre les bornes de cette machine. Ces dispositions prises, on fait croître graduellement la force électromotrice de la source (en augmentant sa vitesse si c'est une machine dynamo-électrique) et l'on constate que, tant que le moteur électrique n'est pas entré en mouvement, les deux galvanomètres indiquent que l'intensité du courant s'accroît en même temps que la force électromotrice de la source. Mais, à partir du moment où le moteur entre en mouvement, l'aiguille du galvanomètre d'intensité reste invariablement fixée sur la même division, tandis que la force électromotrice de la source et la vitesse du moteur électrique croissent de plus en plus.

» Dans une expérience faite récemment, la source d'électricité était une machine Gramme, et le récepteur une machine Hefner-Alteneck dont le frein était chargé d'un poids de $2^{kg},5$ appliqué à l'extrémité d'un bras de levier de $0^{m},16$. Lorsque ce récepteur commença à tourner, le galvanomètre d'intensité marquait 26 divisions; je fis alors augmenter la vitesse de la machine génératrice et enlever des résistances additionnelles placées dans le circuit; la vitesse du récepteur s'éleva alors à 32 tours par seconde, ce qui correspondait à un travail de 80^{kgm} par seconde, et cependant l'aiguille du galvanomètre d'intensité marquait 27 divisions au lieu de 26.

» Les conclusions de cette expérience s'imposent d'elles-mêmes; elle ne pourrait s'expliquer en effet que de deux façons : soit par un accroissement de résistance de l'anneau de la machine réceptrice, soit par un accroissement de sa force électromotrice, inverse de celle de la source. La première hypothèse n'est plus admise par personne. C'est donc nécessairement grâce à l'accroissement de la force électromotrice inverse développée par la récep-

trice, que cette constance du courant peut avoir lieu. En d'autres termes, si l'on désigne par E et e les forces électromotrices de la source et de la réceptrice, par R la résistance totale du circuit, et par I l'intensité du courant, on a

$$\frac{E - e}{R} = I = \text{const.};$$

R étant invariable, il faut nécessairement que $E - e$ le soit aussi.

» Or, comme je le démontrerai bientôt, l'expérience que je viens de décrire est une conséquence d'une autre loi relative aux machines d'induction : celle de la proportionnalité des forces électromotrices aux vitesses, lorsque le champ magnétique reste constant (et c'est ici le cas, puisque I est constant).

» Il résulte de l'invariabilité de R et de I que le produit RI^2, c'est-à-dire le nombre de calories consommées dans l'unité de temps, dans le circuit, est constante lorsque l'effort statique est lui-même constant, quelle que soit la vitesse de l'anneau.

» Les deux lois que je viens d'énoncer : celle de l'indépendance de l'action mécanique du courant, par rapport à l'état de repos ou de mouvement de l'anneau, et celle de la proportionnalité des forces électromotrices aux vitesses (lorsque, bien entendu, l'intensité du courant est constante) sont-elles *rigoureusement exactes?* L'expérience que je viens de décrire prouve, en tout cas, qu'elles sont vraies dans des limites pratiques très larges. Celui qui, pour les déclarer fausses, alléguerait qu'elles ne sont pas *rigoureusement* vérifiées, tomberait dans la même erreur que celui qui ne voudrait admettre ni la loi de Mariotte, ni les lois de Kepler, ni la sphéricité des planètes, sous le prétexte qu'elles ne sont pas *rigoureusement* exactes. J'ajouterai, en terminant, que la proportionnalité des vitesses aux forces électromotrices a servi de point de départ à toutes les recherches de M. Frölich sur les machines dynamo-électriques et qu'il a été amené à déclarer que cette loi était applicable à tous les types de machines, pratiquement parlant, bien entendu. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Expressions générales de la température absolue et de la fonction de Carnot.* Note de M. G. LIPPMANN.

« 1. On sait que l'échelle des températures dites *absolues* est la seule employée en Thermodynamique, et que cette échelle sert à exprimer d'une manière plus simple le principe de Carnot, sur lequel elle est fondée. On peut, avec sir W. Thomson, donner la définition physique suivante des températures absolues. Soient Q et Q' les quantités de chaleur mises en jeu

par une machine thermique réversible quelconque, fonctionnant entre deux températures particulières : on sait que le rapport $\frac{Q}{Q'}$ ne dépend que des températures considérées ; ce rapport caractérise donc leur intervalle, et peut leur servir de mesure. Dans ce système, chaque intervalle de température est, comme un intervalle musical, mesuré par un rapport, le rapport de deux quantités de chaleur. Les rapports relatifs aux quantités de chaleur prises deux à deux sont seuls définis, et seuls ils interviennent dans les formules où l'on a besoin d'avoir recours à l'échelle absolue. Une série de nombres *proportionnels* aux quantités de chaleur Q, Q', ... constitue donc l'échelle absolue ; l'un d'eux peut être arbitrairement choisi, les autres sont dès lors déterminés. En un mot, les températures absolues T et T' sont définies par l'équation

$$\frac{Q}{T} - \frac{Q'}{T'} = 0. \tag{1}$$

» 2. Cela posé, je me propose ici d'exprimer la température absolue en fonction des propriétés thermiques d'un corps quelconque. Soit x l'indication d'un thermomètre arbitrairement choisi et gradué arbitrairement, mis en contact du corps considéré ; soit y une variable indépendante de x (pression, volume, etc.) qui achève avec x de déterminer l'état du corps ; soit dq la quantité infiniment petite de chaleur absorbée par la variation dx, dy. Posons

$$dq = P\,dx + Q\,dy, \tag{2}$$

et admettons que l'on ait déterminé expérimentalement ou d'une autre manière toutes les valeurs de P et Q entre certaines limites de x et y. Le problème consiste à trouver T en fonction des valeurs de P et de Q.

» A cet effet remarquons que, d'après un raisonnement bien connu de M. Clausius, il résulte de l'équation (1) que l'on a $\int \frac{dQ}{T} = 0$ pour tout cycle réversible fermé, et que par suite $\frac{1}{T}$ est un facteur intégrant de dq. En divisant (2) par T et en écrivant la condition d'intégrabilité, on a

$$\frac{\partial P}{\partial y} - \frac{\partial Q}{\partial x} = -\frac{1}{T}\left(Q\frac{\partial T}{\partial x} - P\frac{\partial T}{\partial y}\right). \tag{23}$$

» Or la valeur cherchée de T est une fonction de la température indépendante de y. Donc $\frac{\partial T}{\partial y} = 0$ identiquement. Cette remarque essentielle

permet de résoudre (3) par rapport à T. On a ainsi

$$(4)\qquad \frac{\frac{dT}{dx}}{T} = \frac{\frac{\partial Q}{\partial x} - \frac{\partial P}{\partial y}}{Q}$$

et, en intégrant,

$$(5)\qquad T = T_0 e^{\int_{x_0}^{x} \frac{\frac{\partial Q}{\partial x} - \frac{\partial P}{\partial y}}{Q} dx},$$

T_0 est la constante introduite par l'intégration; la valeur de ce coefficient est indifférente, car elle représente la valeur de T que l'on peut arbitrairement attribuer à la température x_0. Le second membre de l'équation (5) est, comme le premier, indépendant du choix de l'échelle arbitraire x; l'intégrale qu'il contient a une valeur indépendante de x, bien que x en soit la limite supérieure. Pour le démontrer, posons $x = \varphi(x')$, φ étant une fonction continue arbitrairement choisie, et remplaçons x en fonction de x' dans l'équation (5). On a d'abord $dx = \varphi' dx'$; on a, en outre,

$$dq = P' dx' + Q\, dy;$$

et, comme P et P' sont définis par la condition que l'on ait

$$(dq)_{y=\text{const.}} = P\, dx = P' dx'$$

pour $dx = \varphi' dx'$; il s'ensuit que $P = P' \frac{1}{\varphi'}$. On a donc, identiquement,

$$\int_{x_0}^{x} \frac{\frac{\partial Q}{\partial x} - \frac{\partial P}{\partial y}}{Q} dx = \int_{x'_0}^{x'} \frac{\frac{\partial Q}{\partial x'} - \frac{\partial P'}{\partial y}\frac{1}{\varphi'}}{Q} . \varphi' . dx' = \int_{x'_0}^{x'} \frac{\frac{\partial Q}{\partial x'} - \frac{\partial P'}{\partial y}}{Q} dx'.$$

La fonction arbitraire φ' disparaît donc d'elle-même; c'est-à-dire que la valeur de T est indépendante de la manière dont est gradué le thermomètre employé.

» Pour vérifier la formule (5), on peut l'appliquer à des cas particuliers où le résultat est déjà connu. On peut d'abord l'appliquer aux gaz parfaits, en y faisant $y = v$ (v étant le volume); les valeurs de P et de Q sont, dans ce cas, analytiquement connues; on constate que la formule (5) se simplifie, et qu'elle donne dans ce cas l'expression bien connue de T en fonction de la dilatation d'un gaz parfait. Comme seconde vérification, on peut encore désigner par y le volume de l'unité de poids d'un corps quelconque. On a alors $P = c$, $Q = l$, et comme, en vertu du principe de l'équiva-

lence, on a $\frac{\partial l}{\partial x} - \frac{\partial c}{\partial v} = \frac{1}{E}\frac{\partial p}{\partial x}$, p étant la pression et E étant équivalent mécanique de la chaleur, on voit que (5) se réduit dans ce cas à

$$T = T_0 e^{\int_{x_0}^{x} \frac{\frac{\partial p}{\partial x}}{l} dx} = T_0 e^{\frac{1}{E}\int_{p_0}^{p} \frac{dp}{l}};$$

comme, d'autre part, le rendement R d'une machine réversible est égal à $\frac{T - T_0}{T}$, il s'ensuit que

$$R = 1 - e^{-\frac{1}{E}\int_{p_0}^{p} \frac{\partial p}{l}},$$

formule donnée par sir W. Thomson.

3. De l'équation (4) on peut tirer l'expression générale de la fonction de Carnot C_x relative à l'échelle thermométrique x. En effet, d'après la définition de C_x, on a

$$C_x = E\frac{\frac{dQ}{dx}}{Q};$$

par suite, à cause de l'équation (1),

$$C_x = E\frac{\frac{dT}{dx}}{T}.$$

Ainsi la fonction de Carnot, prise par rapport à x, est égale à la dérivée logarithmique de la température absolue prise par rapport à x et multipliée par l'équivalent mécanique de la chaleur. Ce n'est pas l'inverse de T, à moins que x ne soit une fonction linéaire de T. Donc, d'après la formule (4), on a

$$(6) \qquad C_x = E\frac{\frac{\partial Q}{\partial x} - \frac{\partial P}{\partial y}}{Q}.$$

» Pour vérifier la formule (6), on peut y faire l'hypothèse particulière $y = v$, $x = T$. On retrouve alors une formule que sir W. Thomson a récemment obtenue, par une voie différente, et que ce physicien signale comme très commode et très importante ([1]). »

([1]) Voir W. Thomson, *Reprint of mathematical and physical papers*. Cambridge, 1882, p. 188. Il faut remarquer que l'auteur y représente par la lettre t la température absolue.

ACOUSTIQUE. — *Portée des sons dans l'air.* Note de M. E. **Allard**. (Extrait.)

« Lorsqu'on cherche à établir, pour les portées sonores, une formule analogue à celle qui donne les portées lumineuses, on en est réduit à supposer l'intensité du son proportionnelle à la quantité de travail dépensé pour le produire. C'est ainsi qu'a été fait le calcul de la formule qui va suivre. J'ai déduit, d'un grand nombre d'expériences, des résultats moyens relatifs à six instruments moyens, et concernant le travail T employé à produire le son, en kilogrammètres par seconde, la hauteur du son ou le nombre n de vibrations par seconde, et la portée x en kilomètres. Voici ces résultats :

	T	n	x
Petite cloche.............	0,33	800	1,89
Grosse cloche............	1,44	600	3,04
Cornet à air comprimé......	2,5	650	3,37
Sifflet à vapeur............	37,5	1500	4,90
Trompette à vibrateur.......	300	450	7,96
Trompette à sirène.........	1200	400	9,44

» Ces nombres conduisent d'abord à une conséquence très importante : c'est que l'intensité du son décroît dans l'air beaucoup plus rapidement que ne l'indique la loi du carré des distances. Car, à la distance de leur portée, tous les sons devraient être réduits à une même limite d'intensité, tandis que les valeurs de $\frac{T}{x^2}$, pour les six instruments dont nous nous occupons, deviennent : 0,10, 0,16, 0,22, 1,56, 4,73, 13,46.

» Il est donc nécessaire d'admettre une seconde cause d'affaiblissement du son : on ne peut la trouver que dans l'action même de l'air qui, lorsqu'il n'est pas homogène, réfléchit et disperse une partie des mouvements vibratoires de l'onde. Si b représente le coefficient de transparence acoustique de l'atmosphère, c'est-à-dire la proportion d'intensité sonore que laisse passer une épaisseur de 1^{km} d'air, le travail transmis aux ondes sonores, lequel est une certaine fraction k du travail moteur T, deviendra kTb^x à la distance x ; or, comme le travail d'une onde sonore, à cette même distance, est proportionnel à la masse d'air en mouvement mx^2, et au carré de l'amplitude α de la vibration, le travail des n ondes sonores émises dans une seconde sera $nmx^2\alpha^2$; on aura donc, en égalant ces deux valeurs,

$$kTb^x = nmx^2\alpha^2, \quad \text{d'où} \quad \frac{Tb^x}{nx^2} = \frac{m}{k}\alpha^2.$$

L'amplitude α diminue à mesure que x augmente, et, lorsqu'elle a atteint une certaine limite inférieure α', l'observateur n'éprouve plus de sensation, de sorte que, si l'on pose $\frac{m}{k}\alpha'^2 = \theta$, la portée du son s'obtiendra en résolvant l'équation

$$\frac{\mathrm{T}b^x}{nx^2} = \theta. \tag{1}$$

» Il n'est pas possible de déterminer directement les coefficients θ et b; il faut donc les déduire des résultats des expériences. Le premier peut être considéré comme ayant une valeur à peu près constante. Le second est variable suivant l'état de l'atmosphère. Mais les portées indiquées plus haut, pour six instruments sonores, sont des moyennes obtenues à la suite d'un grand nombre d'expériences, et peuvent être considérées comme correspondant à une valeur moyenne de b. Dès lors, si l'on porte dans l'équation précédente les valeurs de T, n et x qui correspondent aux six instruments, on aura six équations entre θ et b. On reconnaît que ces équations sont toutes à peu près satisfaites par un même système de valeurs, savoir : $b = 0,473$, $\theta = 0,000\,0277$, de sorte que l'équation des portées sonores, pour un état moyen de transparence acoustique de l'atmosphère, est

$$\mathrm{T}(0,473)^x = 0,000\,0277\,nx^2 \tag{2}$$ [1].

» L'équation des portées sonores conduit à quelques conséquences que je vais me borner à indiquer.

» Les expériences ont fait reconnaître qu'un même son peut avoir, en dehors de l'influence du vent, des portées très différentes, variant par exemple de 2 milles à 15 ou 20 milles marins. Il suffit, pour expliquer ces faits, de supposer le coefficient de transparence acoustique variable entre certaines limites. Ainsi, en donnant à T et à n, dans l'équation (1), les valeurs 1200 et 400 qui conviennent à la trompette à sirène, et en faisant

---

(1) Il faut remarquer que les coefficients de cette équation ont été obtenus au moyen de données un peu incertaines et d'hypothèses plus ou moins contestables; mais, en attendant que des renseignements plus complets permettent d'en établir une définitive, on peut, dans la pratique, employer celle qui vient d'être donnée. J'ajoute qu'elle ne s'applique qu'au cas d'un air calme; mais j'ai déduit des mêmes expériences une formule représentant l'influence du vent sur la portée, lorsque la vitesse est faible. La portée ρ, dans une direction faisant un angle ω avec celle vers laquelle va le vent, est donnée par l'expression $\rho = \frac{1}{1 - 0,5\cos\omega}$, en prenant pour unité celle qui correspond à la direction perpendiculaire au vent.

varier b de 0,088 à 0,889, les portées x, exprimées en milles marins, varient de 2 à 20.

» On peut aussi se rendre compte du travail qu'il faudrait dépenser pour produire du son ayant des portées de plus en plus grandes. Si, dans l'équation (2), on fait $n = 400$, et si l'on donne à x les valeurs en kilomètres qui correspondent à 5, 6 ou 7 milles marins, on trouve, pour le travail en chevaux $\frac{T}{75}$, les valeurs 13, 74 ou 404. On voit combien le travail croît rapidement pour de faibles augmentations de portée.

» L'influence de la hauteur du son sur la portée est facile à déterminer. Si, par exemple, on fait produire par la trompette à sirène des sons correspondant à 300, 375, 450 et 600 vibrations, lesquels forment un accord parfait, on trouve que les portées sont $9^{km},78$, $9^{km},55$, $9^{km},36$ et $9^{km},06$, en supposant, bien entendu, que la quantité de travail employée à produire ces différents sons soit exactement la même. Les différences de portée dans l'étendue d'une octave sont, comme on le voit, peu sensibles [1]. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la réforme de quelques procédés d'analyse, usités dans les laboratoires des stations agricoles et des observatoires de Météorologie chimique.* 4e Mémoire : *Dosage volumétrique des carbonates alcalino-terreux contenus dans les eaux;* par M. **Aug. Houzeau.**

« La méthode repose sur les faits suivants : si, à deux solutions séparées de bicarbonate de chaux et de sulfate de chaux, contenant la même propor-

---

(1) J'indiquerai, en terminant cette Note, les conséquences auxquelles on serait conduit en appliquant aux portées des lumières diversement colorées les mêmes considérations qu'aux portées des sons de différentes hauteurs. La formule des portées lumineuses, en tenant compte du nombre des vibrations, serait $\frac{La^x}{nx^2} = 0,01$, L étant l'intensité lumineuse en carcels, n le nombre de vibrations par seconde rapporté au nombre moyen de 600 trillions, a le coefficient de transparence de l'air et x la portée en kilomètres. Les valeurs de n, pour les différentes couleurs à partir du rouge, sont à peu près : 0,83, 0,88, 0,93, 1,00, 1,08, 1,14 et 1,21. On trouve alors que, si différentes lumières colorées, correspondant à ces nombres, ont la même intensité qu'une carcel, ou représentent la même quantité de travail lumineux, leurs portées, pour la valeur $a = 0,903$, seront, en kilomètres :

$$x = 7,46,\ 7,32,\ 7,18,\ 7,00,\ 6,82,\ 6,67,\ 6,52.$$

La formule précédente explique donc ce fait généralement admis, que la portée va en diminuant du rouge au violet, ou que la transparence de l'atmosphère décroît avec la longueur d'onde des rayons lumineux colorés.

tion de calcaire, on ajoute une quantité semblable d'une solution faible d'acide oxalique, on constate une production d'oxalate de chaux qui apparaît beaucoup plus rapidement dans la première solution que dans la seconde. Il m'a paru possible de mettre à profit cette différence observée dans la vitesse de la réaction pour doser volumétriquement, dans les eaux courantes, les bicarbonates de chaux et de magnésie, associés ou non au sulfate de chaux.

» Toutefois, le mode opératoire diffère sensiblement, selon que les eaux sont simplement bicarbonatées, ou à la fois bicarbonatées et sulfatées.

» Premier cas. — *Eaux bicarbonatées. Mode opératoire.* — A. Dans 100^{cc} d'eau colorée avec 1^{cc} d'une solution alcoolique de cochenille, sur laquelle l'acide carbonique libre n'a pas d'action, on verse goutte à goutte une solution d'acide oxalique titré ($1^{cc} = 28^{mg},6\,C^2O^3,3HO = 10^{mg},0\,CO^2$) jusqu'à l'apparition, d'ailleurs très facile à saisir, de la teinte jaune, mais stable. Le volume de l'acide oxalique employé fait connaître de suite le poids de l'acide carbonique combiné aux bases à l'état de carbonates neutres. L'oxalate de chaux, recueilli sur un filtre, est dosé volumétriquement à l'aide du caméléon titré ($1^{lit} = 1^{gr},6$ de permanganate de potasse); du poids de l'acide oxalique trouvé, on déduit celui de l'acide carbonique qui lui est équivalent et, par suite, celui de la chaux. En défalquant du poids total de l'acide carbonique trouvé par l'acide oxalique titré celui de l'acide carbonique correspondant à l'oxalate de chaux, la différence fait connaître l'acide afférent au carbonate de magnésie. Les résultats sont exacts pour les eaux qui ne renferment pas de carbonates alcalins, etc.

» B. Le mode opératoire peut encore être simplifié si l'on se contente de résultats approximatifs.

» En effet, en faisant usage d'une burette à bec capillaire, comme je l'ai déjà recommandé dans mon instruction sur l'azotimètre, l'acide oxalique titré peut être versé lentement sur le décilitre d'eau colorée par la cochenille, et l'on arrête l'addition de l'acide dès que l'oxalate de chaux commence à apparaître. Après trois minutes de repos, on filtre; la liqueur passe claire, si le filtre est de bonne qualité. On reprend alors l'addition de l'acide titré jusqu'à l'apparition d'un nouveau trouble, s'il reste encore du bicarbonate de chaux. En un mot, le volume de l'acide oxalique titré, employé pour la précipitation de la chaux, fait connaître le poids du carbonate de chaux; celui qui a été employé pour atteindre la coloration finale jaune, mais stable, donne de suite le poids du carbonate de magnésie. En moins de quinze minutes, on peut arriver à connaître les proportions respectives de

carbonates calcaires et magnésiens contenus dans une eau, avec une approximation quelquefois suffisante. Cependant l'évaluation totale de l'acide carbonique combiné demeure exacte; sa répartition seule laisse à désirer.

» *Exemple :* 100^{cc} d'eau calcaire et magnésienne bicarbonatée ont donné, sans aucune évaporation préalable :

	Carbonate	
	de chaux.	de magnésie.
En douze minutes par la méthode volumétrique	26^{mg},2	29^{mg},6
En dix-huit heures par la pesée	23^{mg},9	30^{mg},0

» Deuxième cas. — *Eaux bicarbonatées et sulfatées. Mode opératoire.* — Lorsque ces eaux ne renferment pas de bicarbonate magnésien, le titrage direct par l'acide oxalique donne, de suite et d'une manière exacte, le poids du carbonate de chaux neutre. Mais le résultat est différent lorsqu'il existe du carbonate de magnésie, car l'oxalate soluble de cette base réagit sur le sulfate de chaux. Il faut donc d'abord éliminer le plâtre, avant de procéder à l'essai alcalimétrique par l'acide oxalique. Cette élimination se fait aisément, si au décilitre d'eau à essayer on ajoute un volume convenable d'alcool *saturé d'acide carbonique,* qui, ainsi que je l'ai reconnu, précipite le plâtre, sans toucher aux bicarbonates, alors que l'alcool ordinaire, généralement employé, précipite en outre une fraction importante de ces mêmes bicarbonates.

» Après repos, on décante ou l'on filtre la liqueur alcoolique; puis, on en prélève 100^{cc} qu'on additionne de son volume d'eau distillée, et l'on procède à l'essai alcalimétrique comme il a été dit plus haut.

» Les titrages par l'acide oxalique se font très bien, sans le secours d'un agitateur, dans des matras à fond plat de 0^{lit},5, auxquels on donne un mouvement de rotation, ou mieux dans des vases coniques en verre de Bohême, de même capacité [1]. »

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *Des modifications de structure qu'éprouvent les tubes nerveux en passant des racines spinales dans la moelle épinière.* Note de M. L. **Ranvier**.

« Les tubes nerveux des racines spinales, comme ceux des nerfs périphériques, sont entourés d'une gaine membraneuse (gaine de Schwann)

(1) Quant à l'acide carbonique libre des eaux, on le dose exactement par la méthode volumétrique que j'ai fait connaître en 1876. Dans un prochain travail, je ferai connaître les résultats obtenus par ces méthodes dans l'analyse des eaux du département de la Seine-Inférieure.

et possèdent des étranglements annulaires. En revanche, ainsi que je l'ai montré il y a longtemps déjà ([1]), les tubes qui entrent dans la constitution des centres cérébro-spinaux n'ont ni gaine de Schwann, ni étranglements. On ne sait pas encore quel est le point où disparaît la gaine de Schwann et comment se fait sa disparition. Il est fort probable que la plupart des anatomistes qui, dans ces dernières années, se sont occupés de la structure du système nerveux ont cherché à résoudre ce problème. Axel Key et G. Retzius l'ont posé ([2]); mais, n'en ayant pas trouvé la solution, ils se sont réservé d'y revenir plus tard. Moi-même, je suis préoccupé de cette question depuis mes premières recherches sur le système nerveux, et pourtant je suis arrivé cette année seulement à obtenir des préparations qui me permettent de lui donner une réponse satisfaisante.

» J'ai essayé d'abord d'isoler les tubes nerveux des racines et d'en poursuivre la dissociation au sein de la moelle épinière, mais toujours ils se cassaient au point où ils entraient dans la moelle, lors même que j'avais employé au préalable les meilleurs réactifs fixateurs, l'acide osmique par exemple.

» En deçà du point fracturé, chaque tube nerveux présentait un premier étranglement annulaire. La portion du tube limitée par cet étranglement et par la fracture avait une longueur variable, inférieure ou supérieure à la moitié de celle des étranglements annulaires qui lui faisaient suite. Dans le premier cas, il ne s'y trouvait pas de noyau; dans le second, on y voyait, au-dessous de la gaîne de Schwann, un noyau qui, étant donné ce que l'on sait aujourd'hui de la constitution des nerfs, correspondait vraisemblablement au milieu d'un segment interannulaire.

» Ces premières observations conduisaient à penser que les tubes nerveux des racines spinales doivent avoir au moins un dernier étranglement dans la moelle épinière, et, par conséquent, y conserver leur gaine de Schwann sur une partie de leur trajet. Il n'en est rien; voici comment on pourra s'en assurer : De la moelle épinière d'un chien tout à fait fraîche, on détachera, avec un rasoir, des branches longitudinales dans lesquelles seront comprises des racines, et on les plongera dans une solution d'acide osmique à 1 pour 100. Au bout de quelques heures, lorsqu'elles auront été

([1]) *Sur les éléments conjonctifs de la moelle épinière* (*Comptes rendus*, 1er décembre 1873).

([2]) Axel Key et Retzius, *Studien in der Anatomie des Nervensystems*, Stockholm, 1876, t. II, p. 6.

atteintes par le réactif dans toute leur masse, on les dissociera dans l'eau avec les aiguilles, de manière à en dégager les fibres de racine qu'elles contiennent.

» Ces fibres ainsi préparées ne montrent pas d'étranglements, et leur surface inégale, bosselée, ne laisse voir en aucun point rien qui ressemble à la gaine de Schwann. Sur quelques-unes d'entre elles, on aperçoit un noyau. Ce noyau, au lieu d'être logé dans une dépression de la gaine médullaire, comme dans les tubes nerveux de la périphérie, est simplement appliqué à leur surface; il est compris dans une lame de protoplasma et fait une saillie très accusée. *La gaine de Schwann ne se poursuit donc pas sur les fibres de racine intramédullaires, comme on pouvait le penser* a priori : *ces fibres sont simplement entourées d'une couche de protoplasma dans laquelle; il existe parfois un noyau.*

» En pratiquant la dissociation d'une tranche de moelle fixée par l'acide osmique, on peut arriver à isoler les fibres de racine intramédullaires jusque dans les racines elles-mêmes. C'est là une opération délicate, mais que l'on réussit cependant si l'on dégage les éléments du centre à la périphérie et non de la périphérie au centre. Les fibres nerveuses ainsi isolées sont cylindriques dans la partie de leur longueur qui était comprise dans la racine; mais, en un point qui correspond à la surface de la moelle, elles deviennent irrégulières, et leur diamètre augmente brusquement. N'étant plus maintenue par la gaine de Schwann, leur enveloppe de myéline s'est laissée gonfler par l'eau, malgré la présence de l'acide osmique ([1]).

» Il est nécessaire de compléter ces premières notions par l'étude de coupes transversales de la moelle épinière dans lesquelles les racines sont comprises. J'ai obtenu des préparations tout à fait démonstratives de la moelle dorsale du veau durcie au moyen du bichromate d'ammoniaque à 2 pour 100. Pour faire ressortir nettement les détails, il faut modifier le procédé de coloration, et cela me conduit à faire connaître aujourd'hui une méthode que j'emploie depuis plusieurs années et qui rend de grands services dans l'étude des centres nerveux.

» Lorsqu'un tissu de l'organisme a été durci par le bichromate d'ammoniaque, le bichromate de potasse ou le liquide de Müller et que les coupes que l'on en obtient ont été colorées fortement au moyen du picrocarminate, on peut les décolorer plus ou moins et même d'une manière

---

([1]) A propos du gonflement de la gaine médullaire des tubes nerveux par les solutions d'acide osmique, voir *Leçons sur l'histologie du système nerveux*, t. I, p. 72.

complète en les soumettant à l'action de l'acide formique, mélangé à l'eau ou à l'alcool. En ce qui regarde les coupes de la moelle épinière, après les avoir laissées pendant vingt-quatre heures dans une solution de picrocarminate à 1 pour 100 et les avoir lavées, je les fais séjourner pendant six à dix heures dans un mélange d'alcool ordinaire 2 parties, acide formique 1 partie (en volumes), avant de les monter en préparation dans la résine Dammar.

» Les fibres de la névroglie sont alors complètement décolorées, tandis que les noyaux qu'elle contient présentent encore une coloration rouge vif. Les cylindres-axes sont colorés en rose; la myéline est incolore et d'une grande transparence. Dans la substance grise, les noyaux de la névroglie, les cellules nerveuses et leurs prolongements sont beaucoup mieux dessinés que dans les préparations ordinaires.

» Les tubes nerveux des racines spinales, au point où ils entrent dans la moelle, montrent leur cylindre-axe coloré en rose, leur gaine médullaire incolore et leur membrane de Schwann que marque un double contour. Ce double contour, c'est là le point important, peut être nettement reconnu sur les tubes nerveux au niveau de la pie-mère et même au sein de la couche de névroglie qui entoure la moelle. Mais, vers le milieu de cette couche, ou un peu plus loin et avant d'atteindre sa limite interne, la gaine de Schwann disparaît, et la fibre nerveuse, constituée seulement par le cylindre-axe et la gaine médullaire, n'est plus limitée que par un simple contour.

» En résumé, les tubes nerveux des racines arrivent sans subir de modifications jusqu'à la couche de névroglie qui entoure la moelle. Dans cette couche, ils perdent leur gaine de Schwann, mais le protoplasma qui double cette gaine se poursuit à leur surface et contient même un noyau lorsque le dernier étranglement annulaire est situé à une très petite distance de leur entrée dans la moelle, distance qui doit être inférieure, je le suppose, à la moitié de la longueur d'un segment interannulaire.

» Des observations contenues dans la Note présente et dans celle que j'ai rappelée plus haut, il résulte que les tubes nerveux des centres cérébro-spinaux possèdent, outre leur enveloppe de myéline, une couche limitante représentant la lame protoplasmique qui double la membrane de Schwann dans les tubes nerveux de la périphérie. »

HYDROMÉTRIE. — *Sur la crue actuelle de la Seine.* Note de MM. **G. Lemoine** et **A. de Préaudeau.**

« 27 novembre 1882.

» Des pluies intenses se succédant depuis le commencement de novembre ont produit sur la Seine une crue qui s'aggrave de plus en plus. Les règles établies par M. Belgrand font prévoir, pour l'échelle de Mantes, dès aujourd'hui lundi, pour samedi prochain, un maximum supérieur à la grande crue de mars 1876, jusqu'ici la troisième de ce siècle.

» Pour Paris, la crue sera relativement moins importante : cela tient à ce que les eaux y ont éprouvé une baisse momentanée du 21 au 24 novembre, tandis qu'elles restaient étales à Mantes par suite de l'influence de l'Oise. Le maximum probable prévu pour l'échelle du pont de la Tournelle, d'ici à vendredi prochain, est $5^m,55$: la cote de ce matin était 4^m; en 1876, à cette même échelle, le maximum a atteint $6^m,50$.

» Les affluents les plus importants de la Seine, l'Yonne à Clamecy, et la Marne à Saint-Dizier ne baissent pas encore, de sorte que les prévisions actuelles peuvent subir encore quelques aggravations. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Perturbations magnétiques du* 11 *au* 21 *novembre* 1882. Note de M. **E. Renou.**

« Des perturbations magnétiques tout à fait exceptionnelles ont été observées, depuis le 11 novembre, aux appareils du Bureau Central météorologique, établis à l'Observatoire du Parc Saint-Maur; nous avons voulu attendre la fin du phénomène pour en indiquer les principaux caractères, comme il a été fait déjà pour les perturbations du 6 au 24 avril et du 2 octobre derniers [1]. La discussion des résultats a été faite par M. Th. Moureaux, qui est chargé depuis quelque temps de la partie du service relative aux observations magnétiques.

» On peut distinguer trois périodes.

» *Première perturbation.* — Les boussoles ont commencé à s'agiter dans la nuit du 11 au 12; le lendemain, à partir de 7^h du matin, les oscillations ont graduellement augmenté d'amplitude. A minuit, la déclinaison était seulement de $16°7'$; le 13 à 4^h du matin, elle s'élevait à $16°42'$ pour tomber à $16°0'$ un peu avant 5^h du soir; en même temps la composante horizon-

---

[1] *Comptes rendus*, t. XCIV, p. 1173, et t. XCV, p. 651.

tale variait de 0,0103 de sa valeur et la composante verticale de 0,0012. Les courbes du 14 accusent encore des déviations notables entre 2^h et 11^h du soir.

» *Deuxième perturbation.* — Cette perturbation est la plus importante, tant par le nombre que par la rapidité et l'amplitude des oscillations. Elle a débuté brusquement le 17 à $10^h\,30^m$ du matin, et s'est continuée sans interruption jusqu'au 19 à 6^h du matin. Au moment du début, et le soir depuis $3^h\,30^m$ jusqu'après 6^h, les mouvements des boussoles ont été tellement rapides que l'action de la lumière n'a pu se produire nettement, malgré l'extrême sensibilité du papier photographique. Dans la nuit, entre minuit et une heure, l'agitation a été excessive, et l'oscillation d'amplitude maximum s'est produite vers 4^h du matin le 18 : en quarante minutes la déclinaison a varié de $1°10'$ et la composante horizontale de 0,0245; la composante horizontale, moins influencée, a varié seulement de 0,0011. De 6^h du matin à 3^h du soir les courbes changent d'aspect; les aiguilles semblent vibrer, avec des oscillations très rapides, de faible étendue et d'une remarquable uniformité. L'amplitude des oscillations augmente la nuit suivante, puis le calme se rétablit momentanément dans la matinée du 19. L'écart extrême de la déclinaison pendant cette période est de $1°18'$; l'inclinaison a varié d'environ $30'$.

» *Troisième perturbation.* — Le 19, vers 1^h du soir, les boussoles s'agitent de nouveau; les oscillations, faibles d'abord, augmentent peu à peu, mais sont plus lentes que pendant la perturbation précédente. Le 20, la déclinaison varie de $15°58'$ (2^h matin) à $17°4'$ (6^h30^m matin); la composante horizontale varie de 0,0360 et la composante verticale de 0,0029. Les courbes sont encore extrêmement mouvementées entre midi et 3^h du soir, et les oscillations cessent seulement le 21, vers 11^h du soir.

» Ces perturbations ont été également observées par M. Rayet, à l'Observatoire de Bordeaux.

» Sur les lignes télégraphiques, des courants magnétiques ont troublé ou interrompu momentanément les communications dans toute l'étendue du réseau, principalement en Bretagne et dans le Midi. Ces courants ont été surtout intenses, le 17, à 10^h30^m du matin et de 3^h30^m à 7^h du soir, et, le 18, de minuit à 1^h30^m et de 3^h50^m à 4^h25^m du matin, c'est-à-dire précisément aux moments que nous avons signalés comme correspondant aux plus grandes déviations des courbes tracées par les appareils magnétiques.

» D'après les renseignements parvenus au Bureau Central météorolo-

gique, une magnifique aurore boréale a été visible, le 17, dans toute la France. Indépendamment des observations indiquées dans les *Comptes rendus* de la dernière séance, le phénomène a été observé encore à Douai (M. Desmarets), à Cambrai et, ce qui est plus rare, à Marseille (M. Tarry), Draguignan (M. le Dr Latil), Albi, Grenoble, Valence, Montpellier, Nice (bureaux télégraphiques).

» Cette perturbation sera d'autant plus intéressante à étudier sur une grande étendue de la surface du globe, qu'elle coïncide pour nos régions avec des troubles atmosphériques très importants. Il semble aussi, d'après nos observations, que les taches solaires soient actuellement dans une période de maximum. »

M. le **Secrétaire perpétuel** communique à l'Académie une nouvelle Note relative à l'aurore boréale du 17 novembre; cette Note, parvenue après la séance de lundi dernier, n'a pu trouver place aux *Comptes rendus*, avec les Communications analogues.

Note de M. Harold Tarry, *Sur l'aurore boréale et l'orage magnétique du 17 novembre 1882.*

« L'aurore boréale du 17 novembre 1882 est une des plus remarquables que l'on ait observées en Europe, depuis celle du 4 février 1872. Nous sommes arrivés au maximum de la période de dix à onze ans, qui est à la fois celle des aurores polaires et celle des taches du Soleil, phénomènes qui sont très probablement la conséquence l'un de l'autre, d'après la théorie nouvelle qui donne aux aurores polaires, comme à la lumière zodiacale et aux étoiles filantes, une *origine cosmique*. Nous résumerons, dans cette Note, les observations que nous avons recueillies à Marseille.

» *Phénomènes lumineux.* — L'aurore boréale a été visible dans le ciel, après le coucher du Soleil, jusqu'à $6^h 30^m$ du soir. Elle avait la forme de franges d'un rose clair et a pris bientôt la couleur rouge pourpre, à tel point que l'on a cru au feu et qu'un poste de pompiers a couru pour l'éteindre. Une particularité qui a signalé cette aurore, c'est le passage assez fréquent de traînées lumineuses d'un blanc vif, rappelant les belles étoiles filantes et les bolides.

Orage magnétique.

» Mon attention s'est surtout portée sur l'orage magnétique qui accompagne toujours les aurores polaires, ainsi que je l'ai montré à l'Académie lors des aurores boréales des 9 novembre 1881, 4 février, 10 avril, 7 juillet, 14 et 15 octobre 1882 [1], c'est-à-dire à l'époque du maximum d'intensité de la période précédente. Voici le résumé des observations

[1] Voir *Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 1232; t. LXXIV, p. 484, 589 et 1066; t. LXXV, p. 156 et 720.

qui ont été faites au bureau central télégraphique de Marseille (réseau français) et à celui de l'*Eastern Telegraph Company*.

» *Lignes terrestres.* — Les perturbations magnétiques ont eu une intensité plus grande, comme toujours, sur les lignes dirigées de l'ouest à l'est, que sur les lignes dirigées du nord au sud. Il y a eu une *interruption complète* de signaux électriques sur la ligne de Bordeaux à Marseille à $9^h 10^m$ du matin, sur celles de Paris (direct) et de Lyon à $10^h 40^m$. Les contacts qui rendaient toute transmission impossible ont été d'autant plus prolongés que les lignes étaient plus longues.

» M. Brahie, commis principal, qui dirigeait la brigade technique dans la matinée du 17, averti que les appareils étaient arrêtés, profita de l'interruption des transmissions pour organiser des observations régulières de ces perturbations magnétiques sur l'un des fils directs de Paris à Marseille. C'est à son intelligente initiative que l'on doit les chiffres que je vais citer, car le Ministre des Postes et Télégraphes n'a encore donné aucune instruction pour l'observation scientifique et simultanée de ces courants perturbateurs, et je n'ai été averti de la présence de l'orage magnétique que par l'apparition de l'aurore boréale qui en était la manifestation lumineuse.

» Il est à remarquer que les interruptions ont été plus longues et plus fréquentes sur la ligne de Paris à Marseille par le Bourbonnais (Moulins), que sur celle de Paris à Marseille par la Bourgogne (Dijon).

» A $10^h 40^m$ du matin, le 17 novembre, un courant continu positif a parcouru tous les fils sur Paris, sur Clermond-Ferrand et sur Bordeaux, et *encloué* tous les appareils, dont les palettes adhéraient fortement aux électro-aimants.

» Les observations avec le galvanomètre ordinaire de poste [1] ont commencé à $11^h 30^m$ et se sont continuées sans interruption jusqu'à 7^h du soir.

» Comme toujours, on a observé des déviations de l'aiguille tantôt à gauche (courant positif), tantôt à droite (courant négatif), des oscillations tantôt lentes, tantôt brusques et même des sauts immédiats de gauche à droite et réciproquement. Ces derniers ont eu lieu principalement aux heures et avec l'intensité résumées dans le Tableau ci-dessous :

Heures.	Du positif au négatif.	Du négatif au positif.
$11^h.45^m$...	de $+20°$ à $-5°$	de $-5°$ à $+15°$
12.00...	de $+22$ à -3	»
12.12...	de $+50$ à -20	»
12.25...	de $+8$ à -3	»
3.00...	de $+19$ à -10	»
5.00...	»	de -12 à $+3$
5.00...	de $+3$ à -10	»
5.08...	de $+28$ à -28	de -28 à $+24$
5.15...	de $+27$ à -25	(oscillations continuelles)
5.20...	»	de -50 à $+20$

---

[1] Comparables par conséquent avec celles que j'ai communiquées en 1871 et 1872. (Voir la Note précédente.)

Heures.	Du positif au négatif.	Du négatif au positif.
$5^h.25^m$...	de $+21^\circ$ à -23°	de -23° à $+16^\circ$
5.30...	»	de -10 à $+10$
5.40...	de $+3$ à -12	»
5.46...	»	de -7 à $+11$

» A 6^h du soir, l'employé qui faisait ces observations, M. Fabre, a été remplacé par un autre qui n'a rien signalé de bien saillant; à 7^h du soir, on a cessé ces observations; le travail à ce moment commençait à reprendre sur les divers appareils et les nécessités de l'exploitation passaient avant les observations scientifiques.

» Les deux périodes les plus troublées ont eu lieu de $11^h 40^m$ à $12^h 40^m$ matin et de 5^h à 6^h soir. L'aiguille est restée sur le zéro de la graduation de $12^h 45^m$ matin à $2^h 50^m$ et de 4^h à 5^h, sauf quelques légères déviations vers $4^h 15$.

» A l'*Eastern Telegraph Company*, les observations ont été faites par le Directeur, M. Ternant, sur la ligne terrestre de Londres à Marseille (avec relais à Paris) dans la journée du 17 novembre, de 3^h à 5^h du soir, sur un galvanomètre à fil de coton horizontal dont la résistance est de $4459^{ohms},4$, avec shunt ou dérivation de $\frac{1}{10}$. En voici le résumé.

» La première observation a donné une déviation de 45 divisions négatives et une durée
» d'environ trois minutes retournant graduellement à zéro, puis retournant au côté positif
» jusqu'à 40 divisions. Des ressauts soudains ont été également observés du côté positif au
» coté négatif et *vice versa*, mais les nécessités des appels n'ont pas permis de les enregis-
» trer minute par minute. Néanmoins la ligne a été influencée au point de ne pas pouvoir
» servir de 3^h à $7^h 30^m$ du soir.

» Dans les journées des 14, 15 et 16, la ligne avait été semblablement influencée, et com-
» plètement interrompue pendant quelques heures du 15. Le travail a d'ailleurs été très
» mauvais dans les soirées de ces trois jours-là.

» *Lignes sous-marines*. — Sur la ligne de l'*Eastern Telegraph Company*, allant de Marseille
» à Malte avec attache à Bone, l'influence s'est surtout fait sentir à partir de 5^h du soir,
» le 16 novembre, et le travail a été presque impossible jusqu'à minuit. Toutefois il n'a
» jamais été complètement interrompu, et c'est pour ce motif que des observations galva-
» nométriques n'ont pu être prises.

» La ligne de Marseille à Rouen, qui va du nord au sud, a été à peine influencée dans
» cette même soirée; quant au câble de Malte à Gibraltar, l'aurore l'a influencé dans la
» soirée du 16. Des renseignements vont être demandés à ce sujet. »

» Tels sont les renseignements que je dois à l'obligeance de M. le Directeur de l'*Eastern Telegraph Company*, et qui sont corroborés par les phénomènes analogues observés sur les câbles français de Marseille à Alger, et sur le câble espagnol de Marseille à Barcelone.

» Il en résulte que, tandis que les courants magnétiques des lignes terrestres permettent de prévoir les aurores polaires plusieurs heures à l'avance, ainsi que je l'ai établi très nettement en 1872 (¹), ceux qui se produisent dans les lignes sous-marines permettent de les annoncer *plusieurs jours* à l'avance, conséquence qui est non seulement d'un grand intérêt

(¹) *Comptes rendus*, t. LXXIV, p. 549 et 1066.

scientifique, mais d'un grand intérêt administratif, car l'électricité est tellement entrée dans notre vie, que ces perturbations des lignes télégraphiques, qui arrêtent instantanément sur un continent entier la transmission de la pensée, troublent la vie sociale dans une de ses plus importantes manifestations. »

M. **Ch.-V. Zenger** adresse, de Prague, une Note portant pour titre « Loi générale des mouvements célestes et des grands phénomènes météorologiques ».

M. **P. Guyot** adresse, de Nancy, une Note concernant la fabrication de l'alun au moyen de l'alunite calcinée de la Tolfa, par le premier procédé suivi depuis la reprise de l'exploitation industrielle des mines de l'Italie.

M. **Delaurier** adresse une Note « Sur un nouveau moyen de concentration des rayons solaires ».

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 20 novembre 1882.

Tout par l'électricité; par G. Dary. Tours, A. Mame et fils, 1883; in-8° illustré. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Annales de la Société géologique de Belgique; t. VIII, 1880-1881. Berlin, Friedlander; Liège, Decq; Paris, F. Savy, 1880-1882; in-8°.

Recueil de Mémoires et Observations sur l'hygiène et la médecine militaires; 2e série, t. IX. Paris, J. Dumaine, 1882; in-8°.

Situation des réseaux téléphoniques, publiée par la Compagnie internationale des téléphones. Paris, P. Dupont, 1882; in-4° oblong.

Observations géologiques faites à Anvers à l'occasion des travaux de creusement des nouvelles cales sèches et de prolongement du bassin du Kattendyk; par P. Cogels et Van den Broeck. Bruxelles, impr. Weissenbruch, 1882; in-8°.

Note sur les levés géologiques de MM. Van Ertborn et Cogels; par Er. van den Broeck. Bruxelles, Weissenbruch, 1882; br. in-8°.

Exposé sommaire des observations et découvertes stratigraphiques et paléonto-

logiques faites dans les dépôts marins et fluvio-marins du Limbourg pendant les années 1880-1881; *par* Er. van den Broeck. Bruxelles, Weissenbruch, 1882; br. in-8°.

La naphtaline en médecine et en agriculture, etc.; par E. Fischer. Paris, E. Leroux; Strasbourg, Trübner, 1882; br. in-8°.

Flora Batava, livr. 253 à 258. Leiden, Brenk et Smits, 1882; 6 livr. in-4°.

COMPTES RENDUS
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 DÉCEMBRE 1882.

PRÉSIDENCE DE M. JAMIN.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président**, en offrant à M. Dumas la médaille qui vient d'être frappée en mémoire du cinquantième anniversaire de son élection à l'Académie, s'exprime comme il suit :

« Messieurs et chers Confrères,

» L'Académie considère comme un devoir de célébrer les noces d'or des Confrères qui l'ont honorée pendant un demi-siècle : devoir qui nous est toujours cher, mais plus cher aujourd'hui que jamais : M. Dumas vient d'accomplir sa cinquantième année académique. Vous avez fait préparer, à son intention, par un artiste habile, une médaille qui rappelle heureusement ses traits et qui doit les perpétuer ; elle porte au revers cette dédicace :

A M. Dumas,
ses confrères, ses élèves, ses amis,
ses admirateurs.

» Je n'ai rien à ajouter, si ce n'est que ce ne sont pas tous ses admirateurs, tous ses amis, tous ses élèves, mais seulement ceux qui siègent ici :

l'Académie n'a voulu partager avec aucun étranger le devoir d'un hommage qu'elle s'est exclusivement réservé. J'ai l'honneur d'offrir, en votre nom, avec respect, à notre illustre et vénéré Confrère, ce témoignage de notre affection et de notre reconnaissance.

» MON CHER MAITRE,

» Si vous voulez bien reporter votre pensée sur les commencements de votre carrière, vous devez être content du sort et de vous. A vingt-deux ans vous étiez à Genève; vous débutiez avec Prévost par des découvertes, restées célèbres en Physiologie, sur l'urée, sur le sang, sur la génération. Dès ce moment votre nom était connu et vous aviez pris confiance en vous. Alors vous avez compris deux choses, la première que la Physiologie doit s'appuyer sur la Chimie, que la Chimie n'était pas faite et qu'il fallait la faire; la deuxième, que Genève, n'était pas un assez vaste théâtre pour vos projets. Et vous êtes venu à Paris, n'ayant de richesse que vous-même, que votre courage, qu'un programme résolûment arrêté, que la volonté de le remplir, que la confiance, encore inconsciente de l'avenir qui vous était promis. Aujourd'hui le temps a marché, vos rêves ont été réalisés, vos espérances dépassées et vous avez atteint le plus haut degré de gloire qu'un savant puisse imaginer. Comme Franklin, vous devez dire: si je recommençais la vie, je ne pourrais demander mieux.

» C'est entre ce départ et ce point d'arrivée que se place la plus brillante phase de votre carrière. Vos découvertes se succédaient comme des improvisations. La composition des éthers était inconnue, vous les analysiez; vous énonciez la loi des substitutions et de la conservation des types chimiques, une constante préoccupation vous ramenait souvent à la théorie atomique, cette base fondamentale de la Chimie; vous donniez pour mesurer la densité des vapeurs une méthode si simple et si parfaite qu'elle est facile aux plus inhabiles. On sait quelle lumière elle a versée dans l'étude des composés organiques. Mais il ne m'appartient pas de parler de vos innombrables travaux : l'élève ne peut s'arroger, sans irrévérence, le droit de louer ni de critiquer, il n'a vis-à-vis du maître que le devoir du respect.

» Mais il lui est permis de se souvenir, et qui ne se souvient du charme et des merveilles de votre enseignement: à l'Athénée, à l'École Polytechnique, à la Sorbonne, à l'École de Médecine, au Collège de France, à l'École Centrale? Partout où vous vous êtes montré, et vous vous êtes montré partout, la jeunesse et l'âge mûr étaient attirés, retenus, charmés, entraînés

à tel point qu'il est permis de dire que vous avez rendu encore plus de services par les vocations que vous avez décidées que par les travaux que vous avez exécutés vous-même.

» Il y a cinquante ans, cette Académie vous a ouvert ses portes; elle vous a confié depuis, et s'en applaudit tous les jours, le redoutable héritage de ses illustres Secrétaires perpétuels. L'Académie française vous a assis dans le fauteuil de Guizot, un professeur comme vous; nous n'en fûmes point jaloux : on vous honorait, nous ne vous perdions pas. Puis vint le moment où des préoccupations d'un autre ordre vous ont été imposées par votre renommée même ; vous vous êtes résigné à des devoirs qui agrandissaient votre rôle, parce que votre autorité y était nécessaire, que la Science se mêle à tout et que la Chimie s'adresse à l'éclairage, à l'assainissement, à l'hygiène, à tous les besoins industriels d'une grande ville.

» Aujourd'hui les circonstances, en vous affranchissant de soins multipliés, vous ont rendu aux sciences et aux lettres. Elles vous possèdent tout entier, et, qu'il s'agisse d'art ou d'industrie, de Physique ou de Chimie, d'Électricité ou d'Astronomie, c'est à vous qu'on s'adresse, c'est votre autorité qu'on réclame. On vous trouve toujours prêt au travail, toujours à la hauteur des plus difficiles missions. Quand on récapitule les travaux que vous avez accomplis, les services de toute nature que vous avez rendus, les découvertes que vous avez faites, les leçons que vous avez données dans toutes les chaires, les œuvres littéraires que vous avez écrites, les idées que vous avez semées, toute cette existence enfin qui n'a jamais connu le repos, on s'étonne que vous n'ayez pris qu'un demi-siècle pour remplir un si vaste programme; et quand on a le bonheur de vous voir et de vous entendre, on s'émerveille qu'un demi-siècle de travaux sans trêve vous ait encore laissé tant de jeunesse à dépenser. C'est que de toutes les passions humaines, celle de l'étude est la plus saine, qu'elle laisse aux organes toute leur force, à l'esprit toute sa sérénité, car elle est la sagesse.

» Jouissez, mon cher Maître, jouissez de ces fruits. Tous les biens qui viennent de Dieu vous ont été donnés sans compter : le bonheur intime, une santé que rien n'a effleurée, la bienveillance du cœur envers tous, une vigueur d'esprit qui n'a cessé de grandir; et toutes les récompenses humaines sont venues s'ajouter par surcroît : une autorité qui s'impose et survit à tous les régimes, un respect qui déconcerte l'envie, et l'affection de vos Confrères qui leur a inspiré le don de cette médaille : ce n'est qu'un petit fragment d'or; mais il vous sera précieux, parce qu'il est amalgamé avec notre reconnaissance. »

M. **Dumas** prend alors la parole en ces termes :

« Monsieur le Président,

» Mes chers Confrères,

» Dès mes premiers pas dans la vie scientifique, l'Académie a été pour moi l'objet d'un culte si profond, que je ne puis recevoir, sans l'émotion la plus vive, l'inestimable présent dont elle honore la fin de ma carrière.

» Il y a soixante ans, elle accordait déjà une attention bienveillante aux travaux de ma jeunesse; il y a un demi-siècle, elle me recevait dans son sein; depuis lors, elle n'a cessé de m'accorder des marques de son estime et de sa confiance; rien ne m'avait préparé, cependant, à penser que parmi mes Confrères beaucoup voudraient bien aujourd'hui se dire mes élèves. Mes élèves! De tous les témoignages auxquels pouvait prétendre un vieux maître, on a trouvé le secret de lui offrir le plus cher à son cœur. J'en demeure confus, reconnaissant, attendri.

» Ah! mes élèves bien aimés, je me reporte souvent vers ces trente années d'un apostolat qui n'a pas été stérile, grâce aux talents de disciples tels que vous; mais j'en croyais le souvenir enfoui dans la tombe des compagnons de lutte que nous avons perdus ou sorti de la mémoire de ceux qui leur survivent. Ces leçons d'un autre temps, d'un temps si heureux, ne sont donc pas encore oubliées, puisque vous avez voulu rappeler, d'une façon durable, sur ce bronze, des impressions ordinairement promptes à s'atténuer ou même à s'effacer.

» Vous avez raison! Il faut honorer le Professorat, car la parole est une puissance; car du haut de sa chaire publique le professeur remplit une mission sacrée. Sa conviction loyale et pénétrante échauffe les cœurs et élève les âmes vers les régions désintéressées de l'idéal. Il réfléchit l'état présent de la Science comme un miroir fidèle, il prépare les découvertes de l'avenir, il fait revivre les grandes traditions d'un passé glorieux. Ouvrant son cœur tout entier et toute sa pensée à ses auditeurs, il leur apprend à aimer la vérité, à respecter le génie, à chérir la patrie et à la bien servir.

» Quiconque s'est vu entouré d'une jeunesse attentive, s'enflammant aux accents du maître, vibrant à ses émotions, s'élançant pleine de foi vers les conquêtes signalées à son ardeur, celui-là, croyez-le bien, a connu les plus nobles jouissances de l'âme humaine.

» Il est pourtant une joie plus grande encore : c'est celle qu'on éprouve à se voir dépassé par ceux auxquels on ouvrait jadis la route. Cette joie,

vous me la faites goûter tous les jours. Puissiez-vous, pour l'honneur de la Science française et pour la grandeur morale de notre chère patrie, vous qui valez mieux que moi, avoir à votre tour des élèves qui vous surpassent par le génie et qui vous égalent par le cœur.

» Monsieur le Président, et vous tous, mes chers Confrères, acceptez de nouveau la profonde expression de mes sentiments reconnaissants; la médaille que je reçois de vos mains sera conservée pieusement par ma famille, comme le plus cher des souvenirs de mon existence, et par mes descendants, comme le plus honorable des titres de noblesse. »

ASTRONOMIE. — *Présentation du tome III de la 3e Partie du « Recueil de Mémoires, Rapports et Documents relatifs à l'observation du Passage de Vénus sur le Soleil, en* 1874 ». Note de M. **Dumas**.

M. **Dumas**, président de la Commission du Passage de Vénus, en présentant cet Ouvrage, s'exprime en ces termes :

« Ce Volume contient le résumé des travaux effectués par la Sous-Commission chargée des mesures des épreuves daguerriennes du Passage de Vénus sur le Soleil, en décembre 1874.

» Il est divisé en six fascicules. Le fascicule A, rédigé par MM. Fizeau et Cornu, renferme la discussion des procédés de mesures et les principales Tables de réduction. Le fascicule B, rédigé par M. Cornu, contient la description des appareils, des méthodes d'observation et des opérations préliminaires destinées à l'unification des mesures. Enfin les fascicules C, D, E, F comprennent le détail des mesures des épreuves effectuées sous la direction de nos Confrères, par MM. Angot, Baille, Mercadier et Gariel, savants bien connus de l'Académie.

» Je suis heureux de saisir cette occasion pour adresser, au nom de la Commission, les remerciements les plus sincères à ces habiles observateurs, pour le soin et la persévérance avec lesquels ils ont accompli une tâche délicate et pénible.

» L'Académie me permettra de rappeler en outre les noms des collaborateurs qui ont travaillé aux calculs de réduction : M. Delacroix, enseigne de vaisseau; M. Favé, sous-ingénieur hydrographe, fils de notre confrère, et plus particulièrement M. Pelissier, chargé des réductions définitives. »

ASTRONOMIE. — *Résumé des mesures effectuées sur les épreuves daguerriennes du passage de Vénus de 1874, obtenues par la Commission française;* par MM. **H. Fizeau** et **A. Cornu.**

« La Commission du Passage de Vénus de 1874 nous ayant spécialement chargés de diriger l'exécution des mesures des épreuves daguerriennes rapportées par les expéditions françaises, nous sommes heureux d'annoncer à l'Académie que notre tâche est terminée dans les limites qui nous avaient été tracées.

» Il a en effet été décidé dès le début que nous devions nous borner à la mesure en quelque sorte physique des épreuves, réservant aux astronomes le soin de déduire de ces mesures la valeur de la parallaxe solaire.

» Notre Sous-Commission ne pouvait, vu la longueur des opérations, se proposer d'étudier individuellement chacune des nombreuses épreuves rapportées des quatre stations. Elle a d'abord mis à part celles qui, par leur netteté apparente, semblaient devoir se prêter le mieux aux mesures précises; le nombre des bonnes épreuves étant considérable, il a fallu restreindre encore les conditions déterminantes et choisir un petit nombre d'entre elles convenablement réparties pendant toute la durée du passage; la Sous-Commission s'est laissé guider, dans le choix de ces épreuves, d'abord par la netteté des contours, ensuite par la condition de prendre autant que possible, à des époques simultanées, des couples d'épreuves faites à des stations présentant la plus grande différence soit de longitude, soit de latitude. Malheureusement le nombre d'épreuves remplissant ces conditions multiples n'a pas été aussi considérable qu'on l'eût désiré, à cause des lacunes que les conditions atmosphériques ou autres ont introduites dans les séries mises entre les mains de la Sous-Commission.

» Les travaux des mesures des épreuves daguerriennes ont été arrêtés, conformément à la résolution prise au début, d'accord avec la Commission, lorsqu'une cinquantaine d'épreuves convenablement choisies dans l'intervalle des deux contacts internes ont été mesurées par deux observateurs différents ou contrôlées par une opération équivalente.

» Ce programme a été rempli de la manière suivante :

» 51 épreuves ont été étudiées, sur lesquelles 41 ont été mesurées par deux observateurs (2 d'entre elles par trois) et 10 ont été mesurées par un seul observateur; pour celles-ci, le contrôle qu'on cherchait à obtenir par deux observateurs différents a été atteint par le choix de deux épreuves

voisines dans la série des temps, sur la même plaque ou sur deux plaques consécutives.

» On a, en somme, 94 résultats qui résument chacun six séries, où les quatre bords des astres ont été pointés cinq fois; et comme le pointé de chaque bord peut être considéré, dans l'ensemble des réglages et des mesures, comme ayant entraîné le pointé de deux traits de l'échelle auxiliaire de comparaison, il en résulte que l'ensemble des 94 résultats précédents représente un nombre de pointés indépendants égal à

$$94 \times 6 \times 4 \times 5 \times 3 = 33840.$$

» Il est donc naturel de supposer qu'on a atteint le nombre d'observations nécessaires pour tirer de ces mesures toute la précision que comporte la perfection des épreuves et pour éliminer les erreurs fortuites provenant de l'imperfection inévitable des appareils ou des perturbations accidentelles de l'atmosphère.

» C'est donc avec une grande confiance que la Sous-Commission attend le résultat de la discussion de ces nombres; le principal mérite de ces mesures, outre leur précision et les éléments de contrôle qu'elles présentent, est d'être entièrement à l'abri de toute idée préconçue de la part des observateurs sur le résultat final; il suffit en effet de jeter les yeux sur l'un des Tableaux donnant le détail des mesures, et de considérer la multiplicité des calculs et des corrections qui en dérivent pour comprendre que l'observation n'avait aucune indication sur le sens dans lequel les mesures étaient plus ou moins favorables à un résultat déterminé.

» *Résumé des résultats obtenus.* — Pour faciliter aux astronomes le calcul de la parallaxe du Soleil et résumer le travail dont tous les détails sont donnés dans le Volume publié par l'Académie (*Rapports et Mémoires relatifs à l'observation du passage de Vénus sur le Soleil,* t. III, 3e Partie), il a paru utile de dresser la liste suivante des épreuves rangées dans l'ordre de l'époque de leur obtention, définie par l'heure en temps moyen de Paris; on y a joint le résultat définitif de la mesure, c'est-à-dire le rapport de la distance des centres à la somme des rayons des deux astres [1]. On a placé dans des colonnes spéciales le résultat obtenu par chacun des quatre observateurs. Il est en effet utile, pour atténuer l'influence des erreurs person-

---

[1] La valeur approchée de la somme des rayons des deux astres, calculée d'après la *Connaissance des Temps*, est égale à $1007'',7$. La comparaison des valeurs angulaires du micromètre d'un altazimut de la station de Saint-Paul avec l'épreuve photographique de ce micromètre donne un nombre très approché de celui-ci, d'après les résultats publiés dans le fascicule C (*voir* p. B.85).

nelles, de ne comparer entre elles que les mesures faites par un même observateur. Comme chaque épreuve a été en général mesurée par deux observateurs différents, il en résulte que l'ensemble des observations comprend des éléments nombreux de contrôle relatif.

» Avec cette disposition on peut trouver immédiatement toutes les combinaisons qu'on désire obtenir, en classant les résultats par rapport aux observateurs, aux stations, aux époques d'obtention, etc.

» Les stations sont désignées, pour abréger,

		Longitude adoptée.
		h m s
Nagasaki par	Ng	8.30.16
Pékin par	Pk	7.36.30
Saint-Paul par	S.-P	5. 0.44
Nouméa par	Na.....................	10.56.27

» Les chiffres arabes ou romains dans les colonnes marquées *stations* indiquent les numéros d'ordre des plaques daguerriennes dont le détail est donné pages A.10, 13, 16, 22 du Volume précité.

» Les résultats définitifs, c'est-à-dire le rapport de la distance des centres à la somme des rayons des deux astres, sont donnés par une fraction à six décimales en regard de chaque numéro d'épreuve daguerrienne dans les colonnes *fascicules*.

» Chacun de ces fascicules renferme le détail des mesures faites par un même observateur :

Le fascicule C par M. A. Angot.
» D » M. J.-B. Baille.
» E » M. E. Mercadier.
» F » M. C.-M. Gariel.

» On a conservé les six décimales que le mode de calcul numérique a données, bien que l'approximation qu'on doit attendre des mesures soit très inférieure à $\frac{1}{1000000}$. Mais, la comparaison de l'ensemble des mesures d'une même épreuve par les deux mêmes observateurs montrant que les quatre premières décimales au moins doivent être conservées, on n'a pas cru devoir supprimer les deux dernières.

» Cette comparaison met en évidence une différence systématique dans les résultats des deux observateurs, visible souvent à l'inspection du Tableau ci-après; mais il a été établi au début (p. A.36) que la détermination de la parallaxe solaire, étant une mesure différentielle, ne peut être que faiblement influencée par cette erreur systématique, laquelle s'élimine en quelque sorte par différence, si l'on a soin de ne faire entrer dans chaque série que les résultats obtenus par un même observateur.

Tableau comprenant les valeurs du rapport de la distance des centres des deux astres à la somme de leurs rayons pour toutes les épreuves mesurées.

TEMPS MOYEN de Paris.	STATIONS.				FASCICULES			
	Ng.	Pk.	SP.	Na.	C.	D.	E.	F.
h m s								
14.32,48,9	24	..	......	...	....	....	....	0,915014
33.49,9	24	..	......	...	....	....	....	0,914291
41.47,9	28	..	......	...	....	....	0,893954	....
48.50,9	..	..	XXIV	...	....	0,917098	0,916569	....
50.26,5	..	..	XXVIII	...	....	0,916101	....	0,915123
50.47,3	..	..	XXIX	...	....	....	....	0,913891
50.55,2	..	..	XXIX	...	....	....	0,914383	0,915111
51.42,7	..	..	XXX	...	0,916239	0,916681	....	....
15.17.50,4	45	..	......	...	....	0,842498	0,841646	....
18.49,8	45	..	......	...	....	0,842354	0,841282	....
30.23,5	..	..	XLVII	...	0,859106	....	0,860311	....
31.33,3	..	..	XLVIII	...	0,859986	....	0,859626	....
33.52,2	..	..	......	133	0,841105	....	0,838113	....
35.59,9	..	..	XLIX	...	....	....	....	0,857950
36.10,9	..	..	XLIX	...	....	....	....	0,855930
50. 8,5	..	..	I	...	....	0,846257	....	0,846107
50.17,5	..	..	I	...	....	0,846786	....	0,846156
16. 1.49,6	56	..	......	...	0,805461	0,806113	....	....
3.26,6	..	..	5	...	0,837756	0,838317	....	0,837795
4.25,0	..	..	5	...	....	0,836996	....	0,836481
20.18,6	..	..	10	...	....	....	....	0,835000
21. 5,4	..	..	10	...	....	....	....	0,835343
49.49,4	60	..	......	...	....	....	0,816489	0,818162
17.25. 3,6	..	..	38	...	....	0,879120	0,879335	....
25. 8,9	..	..	......	31	....	....	0,879547	0,878398
31. 0,5	..	..	40	...	....	....	0,886754	0,886506
31.20,7	..	..	40	...	....	....	0,886373	0,886774
32.13,8	..	..	41	...	....	0,888043	0,888014	....
38.42,3	..	..	44	...	....	0,896291	0,894560	....
41. 6,3	..	..	......	39	0,902958	0,903512	....	....
42. 6,1	..	..	......	39	0,904116	0,905590	....	....
42.25,0	..	27	......	...	0,875788	0,877375	....	....
43.46,6	..	..	45	...	0,906582	....	0,906295	....
43.59,1	..	28	......	...	....	0,882668*	....	....
45.12,3	.	29	......	...	....	0,882178	0,880718	....
46.46,4	..	..	......	...	0,885193	0,887339	....	....
47. 9,6	..	30	......	...	0,884691	0,886247	....	....
47.25,7	..	30	......	...	0,884636	0,887173	....	....
52.39,1	62	31	......	...	0,893327	....	0,894074	....
54. 9,8	..	32	......	...	....	0,898223	0,896872	0,898529
55.57,5	..	33	......	...	....	0,899532	0,899156	....
58.22,1	..	..	48	...	....	0,930549	0,930045	....
18. 1.29,0	..	36	......	...	....	....	0,912734	0,914689
4.38,6	..	38	......	...	....	....	....	0,917633
4.51,6	..	38	......	...	....	0,918637	....	0,917941
7.44,6	..	40	......	...	....	0,924304	0,920627	....
8. 6,6	..	40	......	...	....	0,926755	0,925332	....
9.48,0	..	41	......	...	....	0,933162	0,929727	....
9.58,0	..	41	.....	...	....	0,927610	0,925712	....
10. 9,6	..	41	......	...	....	0,930202	0,928066	....
10.21,7	..	41	......	...	....	0,932387	0,930649	....

* Observations faites par comparaison avec un réticule en fils de platine : c'est la seule valeur qui ait été obtenue ainsi.

» En terminant, il n'est pas inutile de dire que, tous les registres d'observations et de calculs ayant été conservés, on pourra facilement rectifier les erreurs matérielles qu'on reconnaîtra dans des calculs ultérieurs : il est en effet difficile de se flatter qu'aucune erreur importante ne se soit glissée dans un travail qui a nécessité un temps si long et un si grand nombre d'intermédiaires. Aussi serait-il imprudent de rejeter sans discussion un résultat par la seule raison qu'il offre une divergence un peu considérable : la revision des registres pourrait en faire découvrir l'origine accidentelle ([1]). »

OPTIQUE. — *Mémoire sur la vision des couleurs matérielles en mouvement de rotation, et sur les vitesses respectives, évaluées en chiffres, de cercles dont une moitié diamétrale est colorée et l'autre moitié est blanche; vitesses correspondant à trois périodes de leur mouvement à partir de l'extrême vitesse jusqu'au repos;* par M. E. Chevreul. (Extrait.)

« Ce Mémoire, supplément des recherches de l'auteur sur la vision du contraste des couleurs, a été le sujet de six Communications verbales à l'Académie dans les séances des 13, 20 et 27 de décembre 1880 et des 10, 17 et 24 de janvier 1881.

CHAPITRE I. — Quelques faits historiques.

» Il existe dans le monde extérieur à l'homme des phénomènes ou effets qui donnent lieu à des locutions ne concernant que de *simples apparences,* qui, dès lors, peuvent être des erreurs relativement à la cause réelle des apparences. Telles sont, par exemple, les locutions, bien anciennes sans doute, concernant le Soleil, quand on dit *il se lève* ou *il se couche.* La réalité est son immobilité eu égard aux planètes que l'on considère comme faisant partie de son système et eu égard à la Terre, soumise en réalité à deux mouvements principaux : un mouvement sur son axe de vingt-quatre heures, cause de la nuit et du jour, et un mouvement de translation autour du Soleil de la durée d'une année.

([1]) Nous pouvons dès maintenant signaler dans le Volume (*Recueil de Mémoires,* etc., Tome III, 3e Partie) deux erreurs d'impression :

Page C.13, T. M. de Paris, au lieu de $16^h 3^m 16^s,6$, lisez $16^h 3^m 26^s,6$.
Page F.51, T. M. de Paris, au lieu de $17^h 4^m 51^s,6$, lisez $18^h 4^m 51^s,6$.

» Un des beaux spectacles offerts aux yeux de l'homme est sans doute cette multitude de couleurs variées que les êtres matériels, bruts ou vivants, réfléchissent ou transmettent lorsque la lumière les éclaire. Eh bien, le langage vulgaire les attribue à des rayons doués de la couleur qui nous affecte, tandis que, selon Newton, les couleurs sont des effets, de pures sensations, que je qualifie de propriétés organoleptiques depuis 1818. En définitive, j'assimile les *couleurs* aux *saveurs* et aux *odeurs*, véritables *effets* ou *sensations* dont la cause première réside dans le corps *sapide* et dans le corps *odorant*.

» Passons au *contraste* ou à la distinction de trois sortes de contrastes : d'abord le *simultané de couleur et de ton*, le *contraste successif*, le *contraste mixte*, puis le *contraste rotatif* dont la découverte ne remonte qu'à 1878.

» Quelle est l'origine de la découverte du premier de ces *contrastes*, d'après lequel on établit l'existence d'un *principe* aussi *général* que l'est le *principe du mélange des couleurs*, auquel il est diamétralement opposé? L'ignorance où l'on était aux Gobelins de ce *double fait*, quand il s'agissait d'ombrer des couleurs dont la *complémentaire* est intense, comme le *rouge*, ou brillante et intense, comme l'*orangé*, ou très lumineuse, comme le *jaune*, ne permettait pas de s'expliquer pourquoi le noir perdait toute sa vigueur, illuminé comme il l'était par ces complémentaires. De ce double fait, dont la cause était ignorée, le regret que m'exprimait M. le baron des Rotours, l'administrateur des Gobelins en 1825, qu'on ne sût pas teindre la laine en noir dans l'atelier de teinture, et la nécessité où il se trouvait de la faire teindre au dehors par un chapelier.

» Si le *péché* d'ignorance a été commis en cette occasion, reconnaissons, dans l'intérêt de la vérité, qu'il ne l'a pas été par l'atelier de teinture des Gobelins.

» Justifions l'expression de *double fait* dont je me suis servi plus haut.

» Pour en comprendre la justesse, il faut savoir que le noir dont il est question est le *noir* matériel. Or j'ai démontré que toute surface matérielle réfléchit de la lumière blanche, tandis que le *noir absolu* n'en réfléchit pas, et j'ai démontré que toute surface matérielle noire réfléchissant de la lumière blanche est soumise au contraste, tandis que le *noir absolu* d'un *trou*, qui n'en réfléchit pas au dehors, ne présente pas le phénomène de ce contraste. La *lumière blanche* est donc la cause immédiate de ce contraste des couleurs, comme je l'ai dit positivement dès le 7 d'avril 1828, date de ma première Communication à l'Académie sur la vision des couleurs.

» La découverte de la loi du contraste des couleurs fut faite à l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres le vendredi 27 de juillet 1827, jour de sa séance publique, et ce jour-là même communiquée à mon excellent ami Ampère.

» Le 7 d'avril 1828 donc, où je la communiquai à l'Académie, je me crus autorisé à déduire des expériences du P. Charles Scherffer le *contraste successif* des couleurs, en le distinguant du *contraste simultané* par ce qu'il se produit en *deux temps immédiatement successifs*, tandis que le *simultané* se produit en un temps unique.

» Le P. Scherffer ne faisait, à la vérité, que poursuivre l'étude d'un phénomène dont Jurien d'abord et Buffon ensuite s'étaient occupés. Buffon avait qualifié d'*accidentelles* les couleurs qui apparaissent lorsque, après avoir observé une couleur, on jette les yeux sur une surface blanche, et aussi lorsqu'on a regardé le disque du Soleil, ou bien encore lorsqu'on a reçu un coup sur l'œil.

» Mais, à mon sens, ce qui distingue le P. Scherffer de ses prédécesseurs, c'est d'avoir *prouvé par l'expérience* que la couleur dite accidentelle par Buffon est *constante*, et dès lors soumise à une *loi de la nature* qui rendait désormais impossible la qualification d'*accidentelle*. Le P. Scherffer ne pouvait faire davantage; ne cherchons donc pas à affaiblir son mérite en disant qu'il ne s'est pas servi du mot *complémentaire* qui n'était pas de son temps, et ne lui reprochons pas d'avoir omis de faire remarquer que, en mêlant la couleur C qu'on voyait après la couleur A, les deux couleurs mélangées se neutralisaient comme couleur.

» Enfin je distinguai le *contraste mixte :* ce contraste, comme le *contraste successif*, composé de deux temps se succédant de la manière suivante. On regarde dans un premier temps une feuille de papier de couleur verte; dès que la perception de cette couleur est terminée, après avoir cessé de la regarder, on porte la vue sur une feuille de papier bleu égale en étendue à la feuille verte, et la feuille bleue paraît violette par suite du mélange de la complémentaire du *vert*, le *rouge*, avec le *bleu* de la seconde feuille.

» Pour bien faire l'expérience, il faut regarder d'un seul œil, le droit par exemple, la feuille *verte*, puis reporter l'œil droit sur la feuille *bleue;* après avoir perçu le violet, on ferme l'œil droit, on ouvre l'œil gauche, et la feuille apparaît bleue; on peut répéter l'expérience plusieurs fois. Le violet va en s'affaiblissant jusqu'à ce que la perception de la complémentaire rose du vert ait cessé.

» Toutes mes observations et mes expériences sur la vision des couleurs, publiées soit comme Ouvrages séparés : *De la loi du contraste simultané des couleurs; Leçons faites à Lyon en 1842 et 1843 sur les effets optiques des étoffes de soie*, publiées en 1846, soit comme Notes ou Mémoires dans les *Comptes rendus* et dans le Recueil des Mémoires de l'Académie, ne renferment aucune proposition principale que je puisse considérer aujourd'hui comme erronée de manière à être démentie.

» Je passe donc à mes expériences, commençant au mois de février de l'année 1878.

CHAPITRE II. — Recherches sur la vision des couleurs depuis le mois de février de l'année 1878, où les couleurs ont été vues en mouvement, et le contraste rotatif découvert.

» Comment, pourra-t-on me demander, avec cette conviction dans l'exactitude de mes observations et de mes expériences faites depuis 1825 jusqu'en 1878, entreprendre de nouvelles recherches? C'est qu'alors j'appris que des savants distingués, incontestablement, avaient gardé le silence sur des travaux inexacts probablement à leur sens, parce que, pensaient-ils, les bases en reposaient sur des complémentaires incompatibles avec les trois couleurs admises par Thomas Young comme simples, à savoir le *rouge*, le *vert* et le *violet*, tandis que j'avais admis avec Newton et Arago les complémentaires des trois couleurs simples des artistes, le *rouge*, le *jaune* et le *bleu*, et celles de leurs couleurs binaires, l'*orangé*, le *vert* et le *violet*. Fidèle à la méthode expérimentale, n'ayant fait que des expériences sur la vision des couleurs en repos, c'était un devoir pour moi d'observer des couleurs matérielles en mouvement et de les observer depuis la vitesse extrême jusqu'au repos.

» Certes, si j'ai été heureux dans ma carrière scientifique, c'est d'avoir eu cette pensée vraie à laquelle j'ai dû la connaissance de trois phases de phénomènes que présentent des *disques* ou *cercles* en mouvement, dont une moitié diamétrale est teinte d'une *couleur* A, tandis que l'autre moitié diamétrale est *blanche;* ce sont ces *disques* ou *cercles* que j'appelle *pirouettes complémentaires* lorsqu'ils ont un diamètre de $0^{m},14$ et plus, et qu'une broche n° 8, fixée perpendiculairement à leur centre, permet à la main de mettre en mouvement convenable de cent soixante-dix au plus et de soixante au moins par minute, pour montrer la complémentaire C de la couleur A.

» C'est en recourant à l'artifice moteur qui imprime un mouvement circulaire à la *toupie d'Allemagne*, propre à imprimer un mouvement de vitesse au maximum jusqu'au repos, à un cercle chromatique de $0^m,14$ à $0^m,40$ de diamètre, dont une moitié diamétrale est d'une *couleur* A et l'autre moitié *blanche*, qu'on peut distinguer les trois phases suivantes de phénomènes :

Première phase. . . . . Teinte uniforme, mais variable.
Deuxième phase. . . . . Mélodie.

Pour l'apprécier, le cercle doit avoir de $0^m,36$ à $0^m,40$ de diamètre.

Troisième phase . . . . Contraste.

Alors apparaissent deux couleurs complémentaires l'une de l'autre.

» N'ayant jamais pu disposer, aux Gobelins, ni d'une *chambre noire* pour rapporter à des rayons types pris dans le spectre solaire les couleurs matérielles du premier de mes cercles chromatiques, ni d'un appareil du général Morin, dit *à plateaux tournants, pour l'observation des lois du mouvement*, je puis dire aujourd'hui : *malheur est bon à quelque chose*, puisque, pour les rayons lumineux types du premier cercle chromatique, j'ai profité, au Muséum d'Histoire naturelle, de la complaisance de MM. Becquerel père et de son fils Edmond, et, au Conservatoire des Arts et Métiers, de celle de M. Tresca; c'est grâce à lui que je puis présenter à mes lecteurs les deux Tableaux suivants, avec des chiffres mesures des vitesses correspondant aux phénomènes des trois phases du mouvement rotatif des cercles ou pirouettes complémentaires.

» En définitive, n'oublions pas :

» 1° Que, pour distinguer les trois phases successives et non interrompues, il faut recourir à la toupie d'Allemagne ;

» 2° Que, pour observer le mouvement uniforme d'un cercle ou pirouette complémentaire avec une même vitesse, il faut recourir à l'appareil du général Morin.

EXPÉRIENCES FAITES AU CONSERVATOIRE DES ARTS ET MÉTIERS LE 1er ET LE 5 DE MAI 1880.

Tableau n° 1.

Tours par minute.	*Rouge ton* 3.	Tours par minute.	*Vert ton* 3.	Tours par minute.	*Jaune ton* 8.	Tours par minute.	*Violet ton* 5.	Tours par minute.	*Bleu ton* 5.	Tours par minute.	*Orangé ton* 3.
PREMIÈRE PHASE. — *Teinte uniforme.*											
926..	Blanc.	926..	Verdâtre.	926..	Bleuâtre.	926..	Blanc.	926..	Assez blanc.	926..	Assez blanc.
864..	Blanc.	864..	Verdâtre.	864..	Uniforme.	864..	Très blanc.	864..	Moins blanc.	864..	Moins blanc.
810..	Très uniforme.	810..	Uniforme.	810..	Uniforme.	810..	Très uniforme.	810..	Uniforme.	810..	Très uniforme.
DEUXIÈME PHASE. — *Mélodie.*											
282..	Belle mélodie.	282..	Belle mélodie.	282..	Belle mélodie.	282..	Mélodie.	282..	Belle mélodie.	282..	Belle mélodie.
254..	Tr. belle mélodie.	254..	Belle mélodie.	254..	Tr. belle mélodie.	254..	Mélodie.	254..	Tr. belle mélodie.	254..	Tr. belle mélodie.
220..	Tr. belle mélodie.	220..	Tr. belle mélodie.	220..	Tr. belle mélodie.	220..	Mélodie.	220..	Belle mélodie.	220..	Belle mélodie.
200..	Tr. belle mélodie.	200..	Tr. belle mélodie.	200..	Tr. belle mélodie.	200..	Mélodie.	200..	Mélodie.	200..	Mélodie.
168..	Belle mélodie.	168..	Belle mélodie.	168..	Lim. de la mélodie.	168..	Lim. de la mélodie.				
TROISIÈME PHASE. — *Contraste.*											
160 à 60 (1).		160 à 60 (1).		160 à 60.		160 à 60.		168 à 60.		168 à 60.	

Tableau n° 2.

Tours par minute.	*Rouge-orangé ton* 8.	Tours par minute.	*Vert-bleu ton* 7.	Tours par minute.	*Orangé-jaune ton* 7.	Tours par minute.	*Bleu-violet ton* 9.	Tours par minute.	*Jaune-vert ton* 10.	Tours par minute.	*Violet-rouge ton* 5.
PREMIÈRE PHASE. — *Teinte uniforme.*											
926..	Assez blanc.	926..	Très uniforme.	926..	Presque blanc.	926..	Presque blanc.	926..	Bleuâtre.	926..	Presque blanc.
864..	Assez blanc.	864..	Bleuâtre.	864..	Moins blanc.	864..	Blanc.	864..	Blanchâtre.	864..	Blanc rosé.
810..	Uniforme.	810..	Uniforme.	810..	Moins blanc.	810..	Presque blanc.	810..	Bleu verdâtre.	810..	Presque blanc.
DEUXIÈME PHASE. — *Mélodie.*											
282..	Ass. belle mélod.	282..	Ass. belle mélod.	282..	Ass. belle mélod.	282..	Ass. belle mélod.	282..	Ass. belle mélod.	282..	Ass. belle mélod.
254..	Mélodie.	254..	Mélodie.	254..	» mélod.	254..	Mélodie.	254..	Mélodie.	254..	Mélodie.
		200..	Mélodie.	200..	» mélod.			200..			
		172..	Mélodie.	172..	Mélodie.						
TROISIÈME PHASE. — *Contraste.*											
172 à 60 (2).		160 à 60.		160 à 60.		172 à 60.		160 à 60.		160 à 60.	

(1) On a observé le commencement du contraste du *rouge* et du *vert* du 172e au 170e tour.

(2) Il est arrivé : 1° que le *rouge orangé*, le *vert bleu* ton 10 ont présenté le commencement du contraste au-dessus de 172 tours; 2° que le *jaune vert* et le *violet rouge* l'ont présenté au-dessous de 160 tours; 3° que le *violet rouge* ton 8 s'est montré, dans la première phase, *moins blanc* que le ton 5.

Le *vert bleu* ton 10 s'est montré, dans la même phase, *plus blanc* que le ton 7.

CHAPITRE III. — Résultats des expériences faites au Conservatoire des Arts et Métiers avec l'appareil du général Morin.

» Première phase. — *Caractère.* — Dans toute la durée de cette phase, la teinte du cercle en mouvement ne cesse pas d'être uniforme, quoique variable.

» Rien donc de plus facile à constater, car la première phase finit au moment où la surface du cercle en mouvement présente une *moire légère*, commencement de la *deuxième phase*.

» Les faits suivants ont été observés aux Gobelins avec des cercles de $0^{m},07$ de rayon, dont les moitiés diamétrales étaient les suivantes :

» *Noir et blanc.* — Il a donné un gris uniforme, ton 7 ou 6, qui s'est abaissé *presque au blanc.*

» *Noir et gris, ton* 5. — Il a donné un gris bleuâtre ton 9,5, dont le centre est descendu au ton 6,5.

» *Noir et rouge, ton* 10. — Il a donné un rouge, ton 15, *sans rabat*, qui est descendu au ton 12,5.

» *Blanc et rouge ton* 10. — Il a donné un violet-rouge, ton 4,5, qui est descendu au ton 3.

» Je n'écris cette phase que pour faire mention du phénomène suivant : C'est que, dans toutes mes expériences concernant cette première phase, ce n'est pas au moment même où les vitesses de rotation sont les plus grandes que l'abaissement du ton de la teinte uniforme que présente le disque est au maximum d'abaissement : c'est à la fin de cette phase qu'on observe ce fait. Mais ce *fait* peut n'être qu'une apparence.

» Les résultats des expériences faites au Conservatoire avec l'appareil du général Morin sont les suivants pour la première phase (1) :

» *Teinte uniforme des cercles complémentaires.* — Toutes les couleurs simples et binaires (des artistes) ont présenté une teinte uniforme, mais variable, de 926 à 840 tours par minute, à savoir :

Le rouge et le vert.
Le bleu et l'orangé.
Le jaune et le violet.

---

(1) Il ne faut pas perdre de vue que, dans toutes les expériences faites au Conservatoire, tous les cercles avaient une moitié diamétrale blanche, tandis que l'autre moitié était teinte d'une couleur *simple*, ou *binaire*, ou *complexe*.

» Même résultat pour les couleurs complexes, à savoir :

Le rouge-orangé et le vert-bleu.
L'orangé-jaune et le bleu-violet.
Le jaune-vert et le violet-rouge.

» De 926 à 864 tours à la minute,

Le rouge et le violet sont décidément blancs.
Le bleu l'est un peu moins.
Le vert, le jaune et l'orangé ont une teinte fort légère.

» Comme on devait s'y attendre, la *blancheur* est produite moins fréquemment par les cercles de *couleurs complexes* mutuellement complémentaires, dont chaque cercle comprend les trois couleurs simples dans sa moitié diamétrale colorée.

			Tours par minute.
Blanc	produit par le	bleu-violet........	864
Assez blanc	»	rouge-orangé......	926 à 864
Presque blanc	»	bleu-violet........	926 à 810
»	»	violet-rouge......	926 à 810
»	»	orangé-jaune......	926
Bleuâtre	»	vert-bleu........	864
»	»	jaune-vert........	926

» Deuxième phase. — *Mélodie des couleurs simples et binaires.*

Tours.	Rouge, ton 5.	Vert, ton 3.
282.......	Belle mélodie	Idem.
254.......	Très belle mélodie	Belle mélodie
220.......	Très belle mélodie	Idem.
200.......	Très belle mélodie	Idem.
168.......	Belle mélodie	Limite de la mélodie

» La différence n'est certes pas grande, puisqu'elle ne porte guère que sur le 254e tour, où il y a très belle mélodie pour le rouge et seulement belle mélodie pour le vert.

Tours.	Jaune, ton 8.	Violet, ton 5.
282.......	Belle mélodie	Mélodie
254.......	Très belle mélodie	Mélodie
220.......	Très belle mélodie	Mélodie
200.......	Très belle mélodie	Mélodie
168.......	Limite de la mélodie	Idem.

» Des trois exemples, c'est celui où la différence est la plus grande, quoiqu'en définitive elle soit loin d'être extrême.

Tours.	Bleu, ton 8.	Orangé, ton 3.
282.......	Belle mélodie	Idem.
254.......	Très belle mélodie	Idem.
220.......	Belle mélodie	Idem.
200.......	Mélodie	Idem.

» Fait remarquable, ces deux couleurs ont présenté des phénomènes identiques.

» *Mélodie des couleurs complexes :*

Tours.	Rouge-orangé, ton 8.	Vert-bleu, ton 7.
282.......	Assez belle mélodie	Idem.
254.......	Mélodie	Idem.
	Orangé-jaune, ton 7.	Bleu-violet, ton 9.
282.......	Assez belle mélodie	Idem.
254.......	Assez belle mélodie	Mélodie
	Jaune-vert, ton 10.	Violet-rouge, ton 5.
282.......	Assez belle mélodie	Idem.
254.......	Mélodie	Idem.

» En définitive, ces résultats ne présentent rien de remarquable, sinon un grand accord.

» TROISIÈME PHASE. — *Contraste.* — Incontestablement elle est la plus remarquable, et, si les observations faites au Conservatoire montrent que les phénomènes du contraste apparaissent avec des vitesses supérieures à celles que j'ai indiquées avec l'appareil de M. Salleron, aucune ne prouve que l'on n'observe pas le contraste rotatif dans les limites de 160 à 60 tours par minute. Ce que je reconnais, c'est que le contraste puisse se manifester par des nombres de tours supérieurs à 160; ainsi je ne doute pas que le contraste du rouge et du vert ne s'observe au-dessus de 170 tours par minute, et que celui du bleu et de l'orangé puisse se manifester à 168.

» Enfin, comme conjecture, les couleurs du second Tableau que je qualifie *de complexes* sembleraient plus disposées que les autres à se séparer les unes des autres par des mouvements plus rapides.

CHAPITRE IV. — DU CONTRASTE ROTATIF.

» L'expression des phénomènes que présentent les *disques* ou *cercles complémentaires* et les *pirouettes complémentaires* en mouvement, comprend deux idées inséparables, que voici, en s'adressant à l'esprit :

» 1° *La vue d'une couleur* A *expliquant l'impossibilité d'en voir en même*

temps la complémentaire dans l'étendue occupée par A *pendant toute la durée de la perception de cette couleur* A *par l'esprit.*

» 2° *Par là même que, dans le temps succédant immédiatement à la cessation de la perception de* A, *la rétine est préparée à n'être affectée que par la complémentaire* C *de* A, *quand elle ne sera frappée que par de la lumière blanche.*

» Les deux principes sur la vision des contrastes de couleurs établis par l'observation des couleurs matérielles *en repos* dès 1828 se déduisent donc :

» 1° De la réflexion de la lumière blanche par toute surface matérielle colorée, blanche et même noire;

» 2° De la distinction du *noir matériel* d'avec le *noir absolu,* qui ne réfléchit ni lumière colorée ni lumière blanche; aussi l'expérience prouve-t-elle qu'il ne se prête pas au contraste comme le fait le *noir matériel.*

» C'est parfaitement conforme avec le principe du *contraste rotatif,* et nous ajoutons que c'est grâce à la découverte de ce contraste que j'ai pu montrer ce que les recherches du P. Charles Scherffer sur les couleurs dites *accidentelles* par Buffon avaient de nouveauté et de vérité, qualités qui ne furent guère appréciées peut-être que par Jean Bernoulli, traducteur de ses recherches de l'allemand en français.

» Le P. Charles Scherffer, en observant le premier que toute couleur réfléchie par une surface matérielle éveillait en nous une couleur qualifiée d'*accidentelle* par Buffon, eut le grand mérite, comme je l'ai dit, d'avoir cherché par l'expérience à établir une relation fixe et spéciale avec cette couleur, et à montrer ainsi qu'elle n'avait rien d'*accidentel;* et cette pensée du P. Scherffer était juste, puisque, aujourd'hui, les deux couleurs sont dites *complémentaires* l'une de l'autre; mais pas d'exagération : le P. Scherffer n'a pas dit, à ma connaissance, qu'elles se neutralisent mutuellement l'une et l'autre, soit en produisant de la lumière blanche si elles étaient mêlées à l'état de rayons lumineux, ou un mélange gris ou noirâtre si les couleurs étaient mêlées à l'état de poussière. Quoi qu'il en soit, le *contraste rotatif* a mis hors de doute que j'avais eu parfaitement raison de déduire des expériences du P. Scherffer le *contraste* que j'ai qualifié de *successif.*

» C'est grâce à la découverte du *contraste rotatif,* faite après le mois de février 1878, que j'ai pu apprécier le mérite du P. Scherffer et le faire saisir à tous les yeux au moyen des *disques, cercles* ou *pirouettes complémentaires.* Restons dans le vrai en disant que l'observation du P. Scherffer s'opérait en deux temps, où dans chaque temps les couleurs étaient observées en repos, tandis que dans le *contraste rotatif* elles sont vues en mouve-

ment continu : ce qui veut dire qu'on ne pouvait déduire avec certitude les conséquences que j'ai déduites de l'excellent esprit du P. Scherffer sans le secours de nouvelles expériences précises, relatives aux disques, aux cercles et aux pirouettes que je qualifie de *complémentaires*.

» L'expression des phénomènes que présentent les disques, les cercles ou les pirouettes *complémentaires* en mouvement comprend deux idées inséparables que voici :

» 1° *La vue d'une couleur* A *expliquant l'impossibilité d'en voir en même temps la complémentaire dans l'étendue comprise par* A, *pendant toute la durée de la perception de cette couleur par l'esprit.*

» 2° *Par là même que, dans le temps succédant immédiatement à la perception de* A, *la rétine est préparée à n'être affectée que par la complémentaire* C *de* A, *quand elle ne sera frappée que par de la lumière blanche.*

» Arrêtons-nous un moment sur ces deux idées, qui ne sont que des conséquences déduites du *contraste rotatif*.

» 1° Nous ne confondons pas l'*impression* sur la *rétine* d'une couleur A avec la durée de la *perception par l'esprit* de cette couleur A, car cette perception peut avoir des durées variables; par exemple, le cercle produit par le mouvement circulaire d'un bâton dont une extrémité présente du charbon embrasé en s'arrêtant au point de départ prouve que l'esprit se représente, d'une manière continue, tous les points de la courbe circulaire que le charbon incandescent décrit, et cependant il ne les a occupés qu'un moment. Il est une foule de phénomènes qu'un savant observateur se figure comme présents et sur lesquels la mémoire fixe ses méditations.

» 2° Le *contraste rotatif*, en établissant, par l'expérience, que le même organe, la rétine, peut être affecté dans un premier temps par une couleur A, et ne pas l'être par sa complémentaire C, présente un fait d'autant plus précieux que, dans le premier temps où la perception de la couleur A s'opère, le même organe est préparé à voir la couleur complémentaire C de A, et cela dans la lumière blanche qui frappe alors la rétine sans que celle-ci soit sensible à la couleur A de cette lumière blanche : c'est là ce qui constitue le deuxième temps du *contraste rotatif*.

» 3° L'explication que j'ai donnée des *ombres colorées;* elles sont produites par la lumière blanche qui vient à éclairer l'ombre préalablement produite par une lumière colorée.

» 4° Si l'on veut bien se rappeler le nom d'un peintre, auteur de plusieurs tableaux d'un mérite incontesté, qui a appartenu à l'Académie des Beaux-Arts, M. Hersent, et lire, dans l'ouvrage dont cet écrit n'est qu'un extrait,

une anecdote qui le concerne et qui m'est personnelle, on verra que toute sa vie il a ignoré le *principe du contraste des couleurs*. J'en reparlerai plus loin (page 1101).

» J'insiste avec raison sur la pensée que j'eus autrefois d'attribuer, dans l'origine de mes recherches sur les contrastes de couleur, la cause immédiate du phénomène à la lumière blanche, que toute surface matérielle réfléchit lorsqu'elle est colorée et même noire. Je distinguai dès lors le *noir matériel*, présentant le phénomène du contraste, d'avec le *noir absolu* qui, n'en réfléchissant pas, ne se prête point au contraste.

» C'est grâce à cette manière de voir, en même temps que je déduisis si heureusement des expériences du P. Scherffer le *contraste successif*, d'après lequel les yeux, voyant dans un *premier temps* une couleur A, en voient lorsque la perception vient de cesser, dans un second temps, la complémentaire C de A. S'il m'a été donné de considérer le P. Scherffer comme l'auteur d'une découverte d'après laquelle on dit aujourd'hui *qu'une couleur est complémentaire d'une autre couleur*, j'en suis redevable à la découverte du *contraste rotatif*, qui ne remonte que postérieurement au mois de février 1878. La *pirouette complémentaire* démontre donc que *dans un premier temps* la vue d'une couleur A qui colore la moitié diamétrale d'un cercle dont l'autre moitié est *blanche* ne permet à la rétine que d'être sensible à la cause de la lumière, qui donne à l'organe l'impression de la complémentaire C de A dans un *deuxième temps*. En résumé, dans le premier temps, l'organe actif à l'égard de A est frappé d'*anesthésie* à l'égard de C, et dans le deuxième temps le même organe actif pour C est frappé d'anesthésie à l'égard de A.

» Cette découverte du *contraste rotatif* me permet d'établir une intimité entre tous les contrastes que j'ai appelés *contraste simultané de couleur*, *contraste simultané de ton*, *contraste mixte*, intimité qu'ils n'avaient pas, et qu'on appréciera, je l'espère, si l'on veut bien me suivre dans la revue des objets que je vais exposer dans autant de Chapitres.

» 1° Jour répandu par le contraste rotatif sur les contrastes simultanés de couleur, en considérant les choses au point de vue le plus général.

» 2° Jour répandu par le contraste rotatif sur le contraste simultané de deux couleurs juxtaposées non mutuellement complémentaires qui ont une ou deux couleurs simples des artistes communes.

» 3° Du jour répandu par le contraste rotatif sur le contraste simultané de deux couleurs simples des artistes qui sont juxtaposées.

» 4° Du jour répandu par le contraste rotatif sur deux couleurs mutuellement complémentaires juxtaposées.

» 5° Jour répandu par le contraste rotatif sur le contraste simultané de ton.

» 6° Jour répandu par le contraste rotatif sur le contraste mixte.

» 7° Jour répandu par le contraste rotatif sur les ombres colorées.

CHAPITRE V. — Du jour répandu par le contraste rotatif sur les contrastes simultanés des couleurs en considérant les choses au point de vue général.

» Quoique mes études sur les contrastes de couleur aient commencé par le contraste simultané de couleur et de ton, et que dès le commencement de mes études la cause immédiate du contraste m'ait paru être la lumière blanche, que toute surface matérielle réfléchit avec la lumière colorée qu'elle peut avoir, j'avoue ne l'avoir bien appréciée, cette cause, qu'après 1878. Alors il m'a semblé que, si l'observation des couleurs matérielles en mouvement ne dévoilait aucune erreur regrettable dans mes études des couleurs matérielles en repos, je n'avais pas assez insisté explicitement sur ce que la cause immédiate du contraste des couleurs rapportées à la lumière blanche avait de satisfaisant dans l'explication des phénomènes.

» Eh! pourquoi? C'est que le *contraste relatif* a mis en évidence ce que le *contraste successif*, tel que je l'avais déduit des expériences du P. Scherffer, n'avait pas été rigoureusement démontré, à savoir :

» 1° Que la couleur A d'une pirouette complémentaire empêchait l'œil d'apercevoir, sur l'étendue matérielle du cercle qu'elle occupait, sa complémentaire C;

» 2° Mais qu'aussitôt la perception de A satisfaite, et quand la lumière blanche du cercle frappait l'œil, cette lumière n'agissait sur la rétine que par C complémentaire de A.

» Et j'ajoute que les deux phénomènes se manifestaient indéfiniment avec le mouvement convenable du cercle.

» Les preuves que les choses se passent ainsi sont les suivantes :

» C'est qu'un cercle-cocarde dont la couleur A occupe le centre et le blanc constitue une zone circulaire égale en étendue à la partie centrale colorée et vue, en mouvement, comme l'est le cercle-cocarde en repos; en d'autres termes, cette zone en mouvement ne paraît jamais verte comme le cercle-

pirouette dont une moitié diamétrale est teinte de la couleur A et l'autre moitié est blanche.

» Il faut donc qu'il y ait succession de deux surfaces égales d'étendue et de forme, se présentant successivement à l'œil, regardant le cercle à un endroit fixe et durant un premier temps d'une durée t et un second temps d'une durée τ.

» Enfin je rappellerai l'expérience décrite dans le complément de mes études sur la vision ([1]), dans laquelle, après avoir vu une zone circulaire verte et blanche après la vue du vert caché au moyen d'un écran, on voit la partie blanche *rose* sans voir en même temps la partie verte.

» En résumé, pour s'expliquer le mode d'agir du *contraste rotatif*, il faut se représenter :

» 1° L'égalité d'étendue et de forme de deux moitiés diamétrales circulaires dont l'une est de couleur A et l'autre blanche;

» 2° Les deux moitiés affectant la rétine par des points symétriquement placés et animés de vitesses variables selon leur éloignement du centre, et conséquemment égales pour toutes celles qui sont à la même distance du centre de rotation;

» 3° D'après cela, chaque point de la moitié de couleur A agit sur la rétine dans un premier temps, et le point correspondant de la moitié blanche agit dans un second temps par la lumière blanche qu'elle réfléchit;

» 4° Mais cette lumière blanche n'agit que sur la fraction cause de la la couleur C, complémentaire de la couleur A de la moitié colorée du cercle;

» 5° Une condition absolument nécessaire, c'est que les yeux de l'observateur ne cessent pas de regarder la pirouette complémentaire d'une position convenable et invariable.

» Les détails précédents expliquent comment il est arrivé que, avant la découverte du *contraste rotatif, le contraste simultané de couleur et de ton* ne pouvait avoir ni la précision, ni la généralité, ni la certitude dont il est redevable aujourd'hui au *contraste rotatif*.

» Sans doute, dès l'origine de mes recherches sur la vision, j'ai eu deux pensées : celle d'attribuer la cause immédiate du contraste simultané à une fraction de la lumière blanche que toute surface matérielle réfléchit, et la pensée de déduire des expériences du P. Scherffer le *contraste* que

---

([1]) Tome XLI des *Mémoires de l'Académie des Sciences*, alinéas 171 à 176 *ter*, expérience représentée par la *fig.* 6.

j'ai qualifié de *successif*, en disant qu'il se produit en *deux temps*, tandis que le contraste simultané s'accomplit en un *seul temps*.

» Grâce à ces deux pensées, j'ai pu exprimer heureusement dans une formule comment le *contraste simultané de couleur* se résumait en deux expressions équivalentes, à savoir que deux couleurs différentes se présentaient aux yeux, *soit comme si elles eussent perdu de ce qu'elles avaient d'identique, soit comme si la* COMPLÉMENTAIRE *de l'une d'elles s'ajoutait à la couleur de l'autre*.

» Cette formule, donnée dès le mois d'avril 1828, est si vrai qu'on peut en voir la preuve dans l'*Album du contraste simultané des couleurs* de M. Émile Délicourt ([1]), et, en la considérant au seul point de vue exclusif de la mémoire, les deux expressions que je rappelle me paraissent les plus simples à retenir pour conserver la mémoire de la *loi du contraste simultané des couleurs.* Mais je dois ajouter que, comme *expression de la vérité* de la cause de la vision, en prenant en considération les faits démontrés par les *pirouettes complémentaires*, je préfère la manière dont j'envisage la vision aujourd'hui conformément à la connaissance du *contraste rotatif*.

» En parlant du *contraste simultané des couleurs* je ne dirai donc plus : on prend une première zone de couleur A et une seconde zone de couleur B; toutes les deux réfléchissent, avec la couleur qui leur est propre, de la lumière blanche, dont une fraction, réfléchie par la première zone de couleur A, est égale à $b + c'$ (c' est complémentaire de b), et par la seconde zone de couleur B est égale à $a + c$ (c est complémentaire de a). Par la juxtaposition, les deux zones perdent ce qu'elles ont d'identique : la première zone perd b, identique à B; la seconde zone perd a, identique à A. L'effet serait le même en disant que chacune des zones reçoit la complémentaire de sa voisine.

» Il n'y a rien à ajouter quand il s'agit de se représenter les effets du contraste. Mais est-ce bien la vérité? La formule n'est-elle pas un aide-mémoire plutôt que l'expression vraie des choses? Telle est mon opinion depuis la découverte du *contraste rotatif*.

» Depuis cette découverte, j'aperçois un fait qui arrive plus fréquemment qu'on ne pense dans les sciences, dites *expérimentales*, auxquelles on

---

([1]) La deuxième édition (1847) comprend, en Planches réduites, tous les exemples de contraste qui composent l'ensemble des *effets de contraste* représentés par des figures en papier peint, qui me servaient aux Gobelins et dans les deux Cours que j'ai faits à Lyon en 1842 et 1843.

applique des formules mathématiques : c'est de croire qu'il n'y a pas d'autre cause possible des effets qu'on a observés qu'une formule qui exprime un effet qu'on a décrit. Or, quoique j'aie eu le soin de faire observer que je ne parlais que de la cause immédiate en attribuant la cause du *contraste simultané des couleurs* à la lumière blanche, j'ai aperçu, après de nombreuses réflexions, que la formule donnée en 1828 laissait quelque chose à désirer dans les deux cas où les couleurs juxtaposées sont deux couleurs simples des artistes, comme le *rouge* et le *jaune*, le *jaune* et le *bleu*, enfin le *rouge* et le *bleu*.

» On peut se demander en effet ce qu'il y a d'identique dans les trois associations dont je viens de parler.

» Même question pour les juxtapositions de couleurs mutuellement complémentaires, comme le *rouge* et le *vert*, le *jaune* et le *violet*, le *bleu* et l'*orangé*.

» Évidemment il n'y a rien d'identique en des couleurs mutuellement complémentaires, et l'on ne peut considérer comme un cas de *contraste* la neutralisation mutuelle de deux couleurs dites *complémentaires*.

» A mon point de vue, ces difficultés n'existent plus en ayant égard aux conséquences déduites du *contraste rotatif* et rendues sensibles à la vue par les *pirouettes complémentaires*.

» Dans un sujet aussi nouveau que la théorie actuelle de la vision des couleurs, je me garderai bien de réduire l'étendue du Mémoire dont cet écrit n'est qu'un extrait. Je suis décidé à conserver dans le Mémoire des figures qui ont été mises sous les yeux de l'Académie, quoiqu'elles aient été faites avant que j'eusse la conviction, que j'ai actuellement, que, si mon œuvre se modifie, la base n'en sera point renversée. Les *fig.* 5 et 6 qui en font partie présentent dans la cinquième le *rouge* et le *jaune*, et dans la sixième le *jaune* et le *bleu*, association qui montre le *jaune prenant de l'orangé* et le *bleu prenant du violet*, exemple de *contraste* qui fit dire à M. Hersent que, si un autre que M. Chevreul admettait un tel résultat, il lui dirait qu'il en a menti, mais que, M. Chevreul le lui disant, il répondait : Je veux le voir pour le croire, sur mon invitation de passer aux Gobelins; il est mort vingt ans après sans s'y être rendu.

» Chacune des deux figures montre :

» 1° L'*explication inexacte*, où l'on admet le mélange des couleurs juxtaposées avec ce qu'elles ont d'identique dans la couleur blanche;

» 2° L'*explication vraie*, d'après laquelle chaque couleur est modifiée comme si elle recevait la complémentaire de sa voisine.

» Enfin, 1° une autre figure représente les modifications subies par les associations, conformément au principe du contraste rotatif :

» 2° Une dernière figure représente une explication analogue concernant les modifications subies par l'assortiment de deux couleurs mutuellement complémentaires, le rouge et le vert. »

CHAPITRE VI. — Jour répandu par le contraste rotatif sur le contraste simultané de deux couleurs juxtaposées, non mutuellement complémentaires, qui ont une ou deux couleurs simples communes.

» Les couleurs dont je vais parler constituent deux groupes.

» Le *premier* comprend *une couleur simple et une couleur binaire* des artistes :

» 1° Rouge et orangé; 2° rouge et violet; 3° jaune et orangé; 4° jaune et vert; 5° bleu et vert; 6° bleu et violet.

» Par la juxtaposition, la couleur binaire perd de la couleur simple qui lui est juxtaposée, et la couleur simple prend la couleur simple, que ne contient pas la couleur binaire.

» Par exemple, l'orangé perd du rouge et s'éloigne ainsi du rouge; en outre, le rouge prend du bleu et s'éloigne encore par là de l'orangé.

» Les couleurs perdent donc de ce qu'elles ont d'identique, et la complémentaire du rouge, qui est le vert, s'ajoute à l'orangé, comme le bleu, complémentaire de l'orangé, s'ajoute au rouge.

» Une seconde manière de s'exprimer est de rapporter le contraste à la lumière blanche réfléchie par les deux zones, en disant que la lumière blanche de la *zone rouge*, perdant de son activité pour le jaune, lui donne du violet, comme la lumière blanche de la *zone orangée*, en perdant de son activité pour le violet, fait paraître l'orangé, sinon verdâtre, du moins plus jaune.

» Tout ce qui concerne les *associations du premier groupe* s'explique ainsi de la même manière, en faisant remarquer que la dernière explication me paraît plus rapprochée de la vérité que la première.

» Passons au *second groupe*, comprenant des *associations de deux couleurs binaires des artistes*, à savoir : 1° *orangé* et *vert*; 2° *orangé* et *violet*; 3° *vert* et *violet*.

» Rien de plus simple que l'explication de ces trois associations.

» L'*orangé* donne du bleu au vert, et le vert du *rouge* à l'orangé.

» L'orangé donne du bleu au violet, et le violet du jaune à l'orangé.

» Le vert donne du rouge au violet; et le violet du jaune au vert.

» Quoi qu'il en soit, les apparences s'expliquent mieux de la manière suivante.

» *Orangé et vert.* — La lumière blanche de la zone orangée agit par son *activité pour l'orangé et le rouge,* au détriment de son activité pour le *bleu et le vert.*

» De même, la lumière blanche de la zone verte agit par son *activité pour le vert et le bleu,* au détriment de son activité pour le *rouge et l'orangé.*

» *Orangé et violet.* — La lumière blanche de la zone orangée agit par son *activité pour l'orangé et le jaune,* au détriment de son activité pour le *bleu et le violet.*

» De même, la lumière blanche de la zone violette agit par son *activité pour le violet et le bleu,* au détriment de son activité pour *le jaune et l'orangé.*

» *Vert et violet.* — La lumière blanche de la zone verte agit par son *activité pour le vert et le jaune,* au détriment de son activité pour le *rouge et le violet.*

» De même, la lumière blanche de la zone violette agit par son *activité pour le violet et le rouge,* au détriment de son activité pour le *jaune et le vert.*

» En définitive, à l'égard des deux groupes d'associations, l'explication fidèle du contraste rotatif est plus conforme à l'expérience que la première.

CHAPITRE VII. — Jour répandu par le contraste rotatif sur le contraste simultané de deux couleurs simples des artistes.

» Quelle idée peut-on se faire de deux zones juxtaposées, chacune étant d'une couleur simple des artistes, telles qu'une zone *rouge* et une zone *jaune,* une zone *rouge* et une zone *bleue,* une zone *jaune* et une zone *bleue?* Que chaque association peut-elle perdre de ce qu'elle a d'identique entre ses deux zones associées, si l'on ne considère pas la lumière blanche ou une portion de cette lumière pour la cause immédiate du contraste simultané? Évidemment on ne peut concevoir de *complémentaire* si l'on se refuse à recourir à la lumière blanche réfléchie par la surface colorée de chaque zone. A cette condition seulement le contraste est possible.

» En outre, le *contraste rotatif* apprend que, tant que l'œil est affecté par une couleur A et par une couleur B, il ne peut apercevoir, dans les deux parties qu'elles occupent respectivement, ni la complémentaire C de A, ni C'

la complémentaire de B; seulement, lorsque la partie de la rétine qui a vu A ne la verra plus, elle sera prédisposée à en voir la complémentaire C, comme la partie qui voyait B, ne la voyant plus, sera disposée à en voir la complémentaire C'.

» Je me résume en disant que, si dès l'origine de mes recherches je n'avais pas fait dépendre la cause du contraste de la lumière blanche, que toute surface matérielle réfléchit, il m'eût été impossible d'expliquer le contraste de l'association de deux couleurs simples : *le rouge et le jaune, le rouge et le bleu, le jaune et le bleu*, ni celui de l'association de deux couleurs mutuellement complémentaires : le rouge et le vert, le jaune et le violet, le bleu et l'orangé, ainsi que je le dirai dans le Chapitre suivant.

» Les détails m'étant interdits dans cet extrait de mes dernières recherches, je les renverrai à l'opuscule réservé au Recueil des *Mémoires de l'Académie*, où les détails seront accompagnés de figures coloriées, d'après lesquelles il sera impossible à tout lecteur qui, comme M. Hersent, n'aura pas un parti pris, de ne pas admettre le *principe du contraste des couleurs*.

» Je commencerai ce Chapitre VII par admettre, en recourant à l'expérience, que, dans les trois cas d'association des couleurs simples des artistes, il est faux de nier le *principe du contraste des couleurs*, en n'admettant, à l'instar de feu Hersent, que le *principe de leur mélange*.

» Je me sers pour cela d'une méthode analogue à celle qui a été employée par quelques mathématiciens, à savoir : démontrer l'exactitude d'une proposition en démontrant l'absurdité de la proposition contraire. Ici je parle de pur raisonnement, en me servant du mot *absurde*. Je me borne à dire que ce fait est inexact pour ce qui est du ressort de l'expérience.

» Après avoir appliqué l'explication du contraste des associations en recourant à l'intervention de la lumière blanche, l'explication étant, en définitive, conforme au fait expérimental, en disant que les couleurs perdent ce qu'elles ont d'identique ou se modifient comme si la complémentaire de l'une d'elles s'ajoutait à l'autre, j'expose enfin le même résultat, conformément au jour, que, selon moi, le *contraste rotatif* a répandu sur les contrastes de couleur : preuve expérimentale de l'existence du *principe du contraste des couleurs* dans les cas que je cite, à l'exclusion du *principe du mélange des couleurs*.

» Une seule des trois figures coloriées consacrées à chacune des trois associations de deux couleurs simples des artistes suffit pour montrer que le *contraste de couleur* existe pour ces trois associations, à l'exclusion du principe de leur mélange.

» En effet, supposons une zone *jaune* juxtaposée à une zone *bleue;* évidemment, pour satisfaire à l'opinion de M. Hersent [1], il faut recourir à la lumière blanche réfléchie par chacune des zones si l'on veut satisfaire à son opinion; en conséquence, nous représenterons avant la juxtaposition :

» La *zone jaune* par sa couleur *jaune* et une fraction de lumière blanche, *bleu* + *orangé.*

» La *zone bleue* par sa couleur *bleue* et une fraction de lumière blanche, *jaune* + *violet.*

» En les juxtaposant, elles perdent de ce qu'elles ont d'identique, à savoir : la zone jaune, du *bleu* de la fraction de lumière blanche, et la zone bleue, du *jaune* de la fraction de lumière blanche : elles s'éloignent donc l'une de l'autre; le résultat est le même si l'on admet que chaque zone prend la couleur complémentaire de la voisine.

» Or, l'orangé qui s'est ajouté au jaune de la zone **1** et le violet qui s'est ajouté au bleu de la zone **2** prouvent que la formule donnée au commencement de ces recherches est exacte, puisqu'en réalité les couleurs *semblent* perdre ce qu'elles ont d'identique ou bien présenter la modification que leur imprime l'addition de la complémentaire de l'une des couleurs à l'autre.

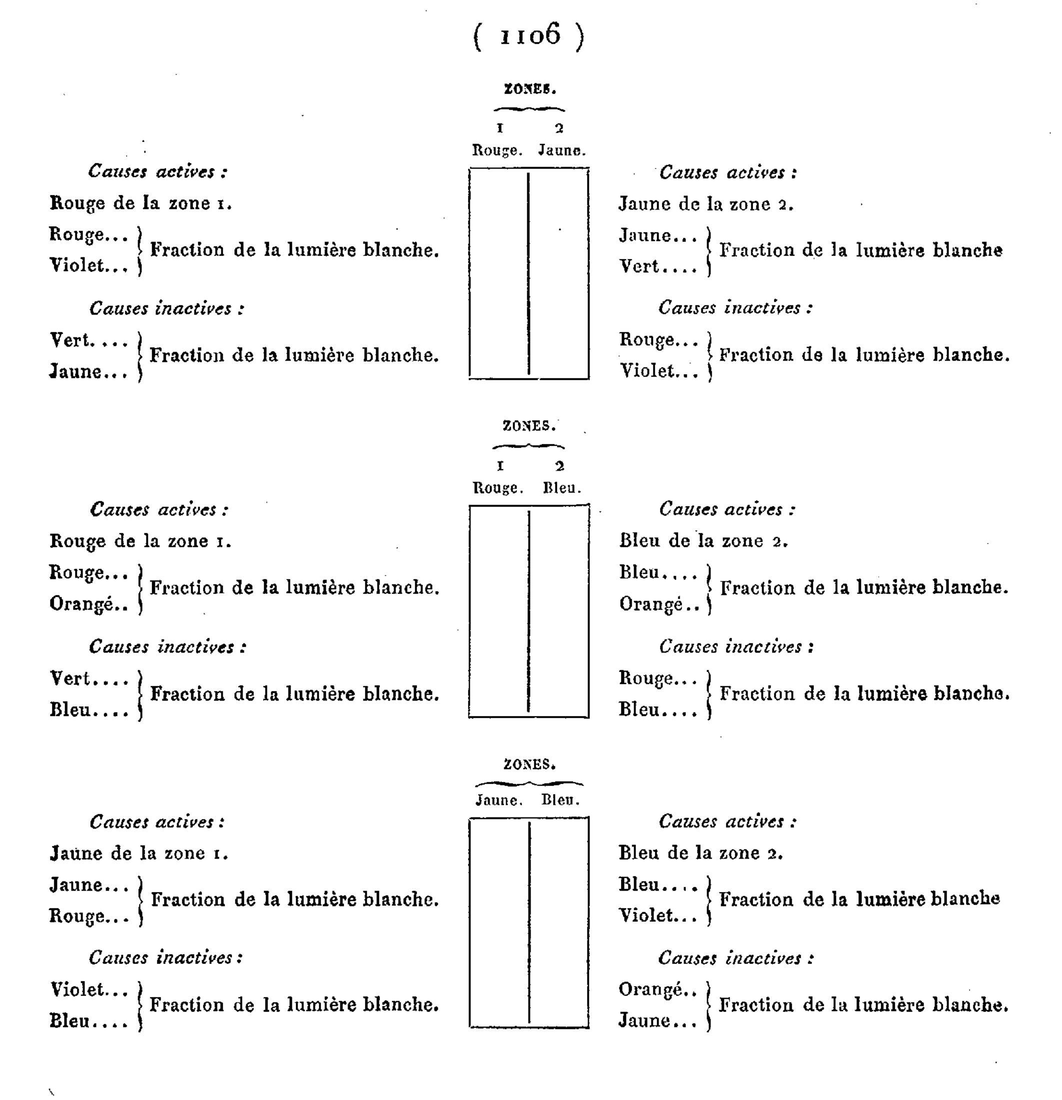
» En définitive, tout ce que nous venons de voir établit le *principe du contraste* à l'exclusion de celui du mélange ; nous verrons que la découverte du contraste *rotatif* apportera de nouveaux faits confirmatifs du premier principe.

» Le *contraste rotatif*, en mettant hors de doute que la rétine qui voit une couleur A ne peut en même temps être sensible à sa complémentaire C dans l'espace où elle voit A, nous apprend que, lorsqu'elle cessera de voir A, la rétine sera sensible à en voir la complémentaire C dans la lumière blanche, et sera frappée d'anesthésie à l'égard de la couleur A de cette même lumière blanche. Voilà ce que la pirouette complémentaire a mis hors de doute. Le *contraste rotatif* se compose donc de *deux temps*, et le *contraste simultané des couleurs, vu en repos*, n'est comparable qu'au *premier temps* du contraste rotatif.

» Ce Chapitre ne peut être terminé convenablement que par la manière dont j'envisage le contraste simultané des trois couleurs simples des artistes. Je renvoie les détails au Mémoire.

---

(1) Voir plus haut.



CHAPITRE VIII. — Jour répandu par le contraste rotatif sur le contraste simultané des couleurs mutuellement complémentaires.

» Là existe une difficulté analogue à celle que nous avons signalée plus haut. Que peut-on considérer comme identique dans deux couleurs mutuellement complémentaires? Qui peut sembler différent ou produisant un contraste, lorsqu'une de ces couleurs s'ajoute à celle qui lui est juxtaposée? Les difficultés disparaissent, comme dans les cas précédents, lorsqu'on a rapporté la cause immédiate du contraste à la lumière blanche et qu'on prend en considération le contraste rotatif.

» Ces résultats sont donc parfaitement correspondants au *premier temps* du *contraste rotatif*, conformément auquel les yeux qui voient la zone *rouge* ne peuvent voir en même temps sur l'étendue rouge le *vert*, sa complémentaire, de même que les yeux qui voient la zone verte ne peuvent voir sur la même étendue verte sa complémentaire le rouge.

» Or, durant la vue des deux couleurs complémentaires le *rouge* et le *vert*, et d'après l'expérience du *contraste rotatif*, la perception du *rouge* se maintenant, cette perception a pour conséquence de recevoir l'impression de la partie *rouge* de la fraction de la lumière blanche et d'être frappée d'anesthésie pour la complémentaire *verte* de cette fraction de lumière blanche.

» Enfin, conformément à l'expérience du *contraste rotatif*, la perception du *vert* se maintenant, cette perception a pour conséquence de recevoir l'impression de la partie *verte* de la fraction de la lumière blanche et d'être frappée d'anesthésie pour la complémentaire *rouge* de cette fraction de lumière blanche.

ZONES.

1 2

L'œil voit la couleur *rouge*.

Il est affecté par la lumière *rouge* de la fraction de la lumière blanche.

Donc, deux activités de *rouge*.

Inactivité de la lumière *verte* d'une fraction de la lumière blanche.

L'œil voit la couleur *verte*.

Il est affecté par la lumière verte de la fraction de la lumière blanche.

Donc, deux activités de *vert*.

Inactivité de la lumière *rouge* d'une fraction de la lumière blanche.

CHAPITRE IX. — Jour répandu par le contraste rotatif sur le contraste simultané de ton.

» S'il existe un contraste susceptible de démontrer la fréquence du *principe des contrastes* en fait de vision, c'est sans doute le *contraste de ton*, et cela à cause de son extrême simplicité : car toute couleur matérielle mêlée de *blanc* s'éclaircit de manière à se confondre avec le *blanc*, comme, mêlée à du *noir*, elle se fonce jusqu'à se confondre avec le même *noir*. Enfin, le *noir* lui-même, *mêlé de blanc*, peut se confondre avec ce blanc en produisant des gris normaux sans couleur sensible. Les tons d'une couleur, comme les tons du gris normal, peuvent donc donner des tons indéfinis depuis le blanc jusqu'au noir. Des tons équidistants d'une couleur quelconque, allant du blanc au noir, constituent une *gamme* de tons qui partent du blanc, vont jusqu'au vingt et unième ton, qui est le *noir*, si l'on divise les gris intermédiaires en vingt tons équidistants.

» Pour se faire une idée juste du contraste de tons, prenez trois tons

de gris uni à peu près équidistants; mettez le *gris moyen* entre le *plus clair* et le *plus foncé*. Préalablement chaque zone se partage en deux moitiés par une ligne noire tirée dans le sens de la longueur, en supposant chacune d'elles plus longue que large, et les trois gris vous présenteront les effets suivants, en les regardant de la zone la plus claire à la plus foncée : la première moitié de la zone la plus claire paraîtra un peu plus foncée que la seconde moitié touchant à la zone 2; la partie la plus claire de la zone 1 touchera à la première moitié de la zone 2; et les zones 2 et 3 vous présenteront le même phénomène que la première. Mais, fait remarquable, les trois gris qui sont unis vous paraîtront dégradés dans les trois zones, et, si vous avez un ensemble de huit zones unies de $0^m,03$ de largeur, cet ensemble aura l'apparence des cannelures d'une colonne [1].

» Rien, à mon sens, n'est plus frappant pour les esprits sérieux, recherchant dans les arts du dessin et de la peinture ces phénomènes ordinaires, que ce qu'on est convenu d'appeler *esthétique*, recherche qu'on néglige trop souvent d'expliquer.

» Tout maître digne de ce nom qui verra dans l'*Album du contraste simultané* la première Planche de l'exemple du contraste de ton, en montrant à des élèves choisis l'importance visible de cette Planche, leur dira que, pour copier le modèle avec ses couleurs, *il faut le peindre autrement qu'on ne le voit*, pour que la copie le reproduise fidèlement et non en *charge*.

» Si le *contraste simultané de ton* se prête par sa simplicité et la facilité de l'observer dans une foule de circonstances, et, en outre, s'il donne lieu à des effets si différents, lorsque des gris bien unis dans leur teinte sont observés juxtaposés ensemble, de ce qu'ils se présentent en les regardant isolément, nous sommes les premiers à reconnaître que le jour répandu par ce *contraste* est bien loin d'être comparable au jour que le *contraste rotatif* répand sur le *contraste mixte*, dont nous allons nous occuper.

CHAPITRE X. — Jour répandu par le contraste rotatif sur le contraste mixte.

» Le *contraste mixte*, pour être apprécié à sa valeur, ne peut se passer de la connaissance du *contraste rotatif*, car c'est celui-ci qui a pu expliquer nettement d'une manière précise en quoi consiste le *contraste mixte* et auquel je dois d'avoir apprécié la nécessité d'opérer lorsque j'ai prescrit de prendre

---

(1) Voir la *Pl. I* de l'*Album du contraste simultané des couleurs*, 2e édition; Paris, 1847. Se trouve chez M. E. Delicourt, rue de Charonne, 125 *ter*.

deux feuilles d'égale étendue et de forme pareille. Voici le procédé. On prend une feuille de papier vert; on la regarde de l'œil gauche, l'œil droit étant fermé. Après une minute environ on regarde de l'œil gauche une feuille de papier bleu égale à la feuille verte, et, la perception de la feuille verte ayant cessé, on porte l'œil gauche sur la feuille bleue : elle paraît violette, l'œil gauche recevant à la fois des rayons bleus mêlés de rayons roses venant de la lumière blanche réfléchie par la feuille bleue. On ouvre l'œil droit, qui n'a pas vu auparavant le papier vert, et il ne voit que du bleu. En répétant un certain nombre de fois la vision, l'œil gauche étant fermé de temps en temps et l'œil droit fermé, on voit à plusieurs reprises la feuille bleue violette; mais cette couleur va toujours en diminuant jusqu'à ce que la perception de la couleur C complémentaire soit effacée. Alors, si l'œil droit et l'œil gauche de l'observateur regardent alternativement la feuille bleue, chacun ne le verra plus que de la couleur bleue.

» Le *contraste mixte* n'est donc en définitive que le *contraste rotatif;* seulement la feuille de papier vert n'est pas dépendante de la feuille bleue, à l'instar des deux moitiés d'une pirouette complémentaire, dont une moitié est d'une couleur A et l'autre, qui est blanche, ne réfléchit que de la lumière blanche, dont l'activité sur la rétine se borne aux rayons produisant la complémentaire C de la couleur A.

» Le *contraste mixte* est assurément de tous les contrastes celui qui a été la cause des erreurs les plus fréquentes, par la raison que les effets ont été complexes, et, les effets variant en raison de la complexité des causes que l'on ne démêlait pas, ces effets étaient confus et, dès lors, n'étaient point expliqués. La condition pour qu'un effet fût simple, c'est qu'on connût avant tout que la première surface agissait un premier temps sur la rétine, que l'on trouvait dans un second temps une surface égale en étendue et de forme semblable, et qu'il fallait un second temps, commençant immédiatement après la perception de la couleur A, sensible à la rétine, pour qu'au moment même la rétine fût frappée par la vue d'une lumière B, qui faisait avec la vue de la complémentaire C de A une couleur binaire C + B, lorsque B était une des trois couleurs simples des artistes et des savants : rouge, jaune ou bleue. (Voir les détails dans mon livre *De la loi du contraste simultané des couleurs*, p. 50, § 81, jusqu'aux §§ 118 et 119, relatifs à deux faits qui concernent particulièrement les inconvénients du contraste mixte pour la vente des objets coloriés et les faits cités concernant la vente des étoffes de couleur).

» J'ajouterai que j'ai trouvé les artistes peignant des *panoramas* et des

dioramas bien plus disposés à connaître les contrastes de couleur que les peintres de tableaux proprement dits : je citerai deux artistes, le peintre d'histoire, Membre de l'Institut, M. Hersent, qui, comme je l'ai dit, ne croyait pas au *principe du contraste,* mais exclusivement au *principe du mélange des couleurs;* et Daguerre, que l'instinct, me dit-il aux Gobelins, en voyant les tableaux de mes Leçons du contraste, avait conduit à mettre dans son atelier, pour ses yeux fatigués, une frise de *couleurs crues* destinée à les reposer. A ma demande : « Quelle couleur regardiez-vous quand vos yeux étaient fatigués? il me répondit que l'instinct était son seul guide. Évidemment, la couleur à regarder après la fatigue d'une couleur est la complémentaire de la première. La pirouette complémentaire explique très bien comment les yeux fatigués d'une couleur se délassent à la vue de sa complémentaire. »

ASTRONOMIE. — *Sur une Lettre de M.* Spœrer, *relative à une particularité de la Mécanique solaire.* Note de M. **Faye.**

« Des Communications récentes ont appelé l'attention de l'Académie sur la constitution physique du Soleil. D'après la théorie de M. le Dr Siemens, des matériaux alimentent le Soleil; ils viendraient par les pôles; ces matériaux et les produits de leur combustion couleraient à la surface du Soleil vers l'équateur et, là, seraient projetés dans l'espace, hors du Soleil, par la force centrifuge due à la rotation de cet astre.

» Il est aisé de s'assurer que la force centrifuge équatoriale est incapable de produire de pareils effets ([1]), car cette force est 48000 fois plus petite que la pesanteur sur le Soleil. Si pourtant on persistait à croire que, sous quelque autre influence, des courants superficiels doivent s'établir des pôles à l'équateur, il en résulterait quelque chose pour les accidents de la photosphère, les taches par exemple. Ces taches devraient être entraînées vers l'équateur, surtout celles qui en sont le plus éloignées : leur latitude héliocentrique devrait aller en diminuant avec le temps. La Lettre suivante de M. Spœrer montre ce que l'on doit penser de cette conséquence de l'hypothèse que je viens de rappeler. Je me hâte de dire que le savant observateur de Potsdam n'avait nullement l'idée de contrôler l'hypothèse de

([1]) A moins que la pesanteur vers le centre du Soleil ne soit presque annulée, pour des matériaux réduits à une ténuité excessive, par la force répulsive que le Soleil doit exercer sur eux comme sur ceux qui forment les queues des comètes.

M. Siemens : son but était simplement d'élucider, une fois de plus, un point délicat et capital de la théorie des taches. Voici la traduction de la Lettre :

« Potsdam, le 27 novembre 1882.

» Depuis ma dernière Lettre, j'ai terminé une étude sur le mouvement des taches solaires en latitude. Je l'ai entreprise à l'occasion d'un travail que M. de Rico a publié sur le même sujet dans les *Memorie degli spettroscopisti italiani* de juin 1882.

» M. de Rico trouve, d'après des observations de l'année 1881, que la direction vers l'équateur prédomine pour les taches comprises entre les parallèles de +15° et de −15° de latitude héliocentrique, et que, pour les taches plus éloignées de l'équateur, leur mouvement en latitude est dirigé vers les pôles.

» Carrington avait fait la même remarque, mais il trouvait que ces mouvements étaient trop peu marqués pour que l'on y attachât de l'importance. Pour moi, je ne m'étais pas occupé de cette question, parce qu'il me semblait en effet que ces petits mouvements s'opéraient indifféremment dans l'un ou l'autre sens. Je viens de reprendre, à ce sujet, mes observations des vingt dernières années, de 1861 à 1880, et voici ce que je trouve :

» Les taches ont été partagées en deux groupes :

» 1° Celles qui n'ont été observées que dans une seule rotation;

» 2° Les taches de longue durée qui ont été observées au moins pendant deux rotations. Celles-ci ont l'avantage que les résultats ne sont pas sensiblement affectés par la petite incertitude qui subsiste encore sur la position de l'équateur solaire.

I.

» Dans le Tableau suivant, on a compté à part les taches dont le changement en latitude a été au moins de 0°,4 pour $n - 2$ jours, n étant le nombre d'observations de chaque tache. Le signe + répond aux latitudes croissantes, le signe — aux latitudes décroissantes, le chiffre 0 répond à celles dont le changement a été nul ou moindre que le minimum de 0°,4.

	Hémisphère nord.			Hémisphère sud.			Sur les deux hémisphères.		
Latitude.	+	0	—	+	0	—	+	0	—
De 0° à 5°.....	2	14	4	4	6	2	6	20	6
De 5° à 10°.....	5	34	10	3	22	9	8	56	19
De 10° à 15°.....	4	25	6	9	33	5	13	58	11
De 15° à 20°.....	5	16	5	»	24	8	5	40	13
De 20° à 25°.....	5	10	2	2	11	1	7	21	3
Au-dessus de 25°...	»	8	2	4	10	4	4	18	6

» Si quelque chose de régulier se dégage de ces nombres, c'est un petit excès de mouvement vers l'équateur entre les parallèles de 5° et de 10°, et un petit excès de mouvement vers les pôles entre les parallèles de 20 à 25°.

» La série suivante est un peu plus prononcée.

II.

» Ici on prend pour déplacements minima 0°,4 en vingt jours et l'on note par les signes + ou — les sens de ces déplacements. Le signe 0 répond aux taches qui n'ont pas eu de mouvement sensible en latitude pendant vingt jours, ou un mouvement moindre que 0°,4. La dernière colonne donne le mouvement résultant pour toutes les taches indistinctement, mais compté pour vingt-sept jours.

Latitude.	Hémisphère nord.			Hémisphère sud.			Sur les deux hémisphères.			Variation moyenne pour vingt-sept jours.
	+	0	—	+	0	—	+	0	—	°
De 0° à 5°...	»	1	»	3	5	2	3	6	2	0,0
De 5° à 10°...	2	3	5	2	5	5	4	5	10	—0,28
De 10° à 15°...	3	10	5	6	1	5	9	11	10	—0,04
De 15° à 20°...	5	9	3	1	3	1	6	12	4	+0,19
De 20° à 25°...	7	2	2	1	3	1	8	5	3	+0,63
Au-dessus de 25°.	3	1	»	3	2	»	6	3	»	+0,91
Somme....	20	26	15	16	19	14	36	42	29	

» Les valeurs moyennes de la dernière colonne sont pour la plupart extrêmement petites et ne peuvent avoir quelque portée que par la régularité de leur marche.

» Les nombres eux-mêmes de cette colonne sont incertains; il serait bien inutile d'en donner les erreurs probables, car leur incertitude ressort assez de la comparaison des nombres consignés dans les colonnes voisines.

» Je me propose d'étendre la même étude aux taches des années 1881 et 1882; si elles confirmaient les résultats précédents, j'examinerais les années une à une. »

» Ici se termine la Lettre du Dr Spœrer. On voit que tous les observateurs, depuis Laugier et Carrington jusqu'à M. Spœrer, dont les travaux embrassent un si grand nombre d'années, s'accordent à dire que les déplacements des taches en latitude sont, ou bien nuls, ou insignifiants, et s'ils y démêlent quelque tendance pour les taches éloignées de l'équateur, c'est vers les pôles et non en sens contraire.

» Ce résultat est en contradiction directe avec la théorie à laquelle j'ai fait allusion en commençant. Il est, d'ailleurs, confirmé par tout ce qu'on sait des autres formations superficielles du Soleil, grains de riz, facules, dentelures de la chromosphère, protubérances. Nulle part on n'a rien observé qui atteste de grands courants dirigés des pôles vers l'équateur. C'est, d'ailleurs, une question capitale, indépendamment de toute hypothèse, que de savoir dans quel sens marchent les courants de la photosphère. Aussi ai-je dû l'étudier avec soin avant de proposer moi-même quelques aperçus théoriques sur la constitution physique du Soleil. Pour

cela, je me suis exclusivement attaché à des taches de très longue durée. Cette étude m'a conduit à reconnaître que les taches ne progressent ni vers les pôles ni vers l'équateur : leurs très petits déplacements en latitude sont purement oscillatoires et restent compris entre des limites très étroites.

» Dans la dernière Note, assurément fort remarquable, que M. Siemens nous a adressée en réponse aux objections de M. Hirn, il aborde à fond ces questions. Il croit que l'excès de la vitesse de rotation qu'on constate dans les zones de la photosphère, à mesure qu'elles se rapprochent de l'équateur, est dû à ce que les zones polaires sont ralenties par l'afflux de matériaux venant des pôles et ne possédant originairement aucune rotation. Ce courant polaire donnerait lieu, dit-il, dans la zone intermédiaire, à des tourbillons immenses, les taches.

» C'est justement là l'hypothèse à laquelle s'était arrêté Sir J. Herschel [1], il y a longtemps; et je l'aurais adoptée moi-même, si j'avais pu constater sur le Soleil, par les observations de Laugier et de Carrington, l'existence de courants allant des pôles vers l'équateur. Ce serait, en effet, un phénomène analogue à celui que nous présente notre propre globe sur lequel les courants inférieurs de l'atmosphère marchent vers l'équateur, tandis que les courants supérieurs, que Herschel croyait aussi exister sur le Soleil, marchent de l'équateur aux pôles, entraînant avec eux les tourbillons immenses qui s'y forment, les cyclones.

» Mais ni Laugier, ni Carrington ni moi n'avons rien trouvé de semblable sur le Soleil, et l'on vient de voir que M. Spœrer n'y trouve pas davantage, par ses vingt années d'observations, la moindre trace des grands mouvements du pôle à l'équateur dont M. Siemens a besoin pour sa théorie.

» Si donc un retard dans la rotation superficielle se montre, et la chose est d'ailleurs hors de contestation, à mesure que la zone considérée est plus éloignée de l'équateur, il faut en chercher la cause, non dans un milieu extérieur au Soleil, comme le fait M. Siemens, ni dans un aplatissement inacceptable de son atmosphère, comme le fait Sir J. Herschel, mais dans les mouvements ascendants et descendants qui règnent conti-

---

(1) J. Herschel pensait que l'atmosphère du Soleil doit être aplatie aux pôles (ce qui est erroné); par suite le refroidissement serait là plus rapide qu'à l'équateur. De l'excès de température équatoriale devaient résulter les courants supposés. Jamais Herschel ne s'est occupé d'en vérifier l'existence, autrement il aurait vu bien vite qu'il n'y en a pas la moindre trace.

nuellement dans sa masse interne, qui mettent cette masse à vitesse linéaire de rotation moindre en communication incessante avec la photosphère et qui la font ainsi participer à sa radiation superficielle, tout en évitant l'encroûtement. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Notice sur un nouvel appareil optique, propre à l'étude de la flexion;* par MM. **Lœwy** et **Tresca.**

« M. Lœwy a imaginé, en 1880, un appareil pour la détermination des variations produites, dans la ligne de visée, par suite de la flexion des lunettes pendant leur rotation. Introduit dans le cube central de l'instrument, cet appareil permet de mesurer la flexion des deux extrémités du tube, celle de l'axe de rotation et la forme des tourillons. Il a été employé à l'Observatoire de Paris, sur les deux cercles méridiens principaux, pour la détermination de ces éléments si essentiels dans la pratique de l'Astronomie de haute précision.

» Ces premières applications ont été couronnées d'un plein succès, et elles ont fait naître l'idée d'utiliser un dispositif analogue pour la recherche des coefficients d'élasticité.

» *A priori,* il était évident que ce procédé nouveau d'expérimentation donnerait les résultats les plus satisfaisants, vu la nature beaucoup moins complexe du problème.

» Dans la détermination des constantes instrumentales, nécessaires à la correction des observations astronomiques, il faut trouver plusieurs inconnues, chacune des images produites dans le réticule par l'appareil auxiliaire étant le résultat de la combinaison d'effets multiples; de plus, le mode d'expérimentation est compliqué et la série des opérations à effectuer peut donner lieu à certains mouvements de l'appareil lui-même, mouvements dont il faut tenir compte.

» Quant aux mouvements que peut subir l'appareil par suite de déplacements variés de la lunette, une expérimentation particulière a été imaginée pour en obtenir l'évaluation rigoureuse.

» Dans la nouvelle application, il n'y a, au contraire, à rechercher qu'une inconnue, c'est-à-dire la valeur de la flèche reproduite dans le réticule.

» Voici en quelques mots l'exposé sommaire du principe de l'appareil, qui a été construit par M. Gautier, et de son mode de construction.

» L'appareil se compose de trois parties distinctes qui se placent respectivement au milieu et aux deux extrémités de la barre à expérimenter.

» 1° Du côté où l'observateur doit se placer, un réticule de fils horizontaux, vu par une lentille ordinaire, devant laquelle est ajusté un prisme à réflexion totale, qui, au moyen d'une lumière latérale, éclaire l'axe optique de l'instrument, sans nuire à la netteté des fils du réticule. Cet oculaire est, en outre, muni de fils mobiles destinés à faire les mesures.

» 2° A l'extrémité opposée, un simple porte-objet, sur lequel sont tendus quelques fils horizontaux. Lorsque l'observation porte sur ces fils, une lampe, placée en bout, les éclaire et permet d'en voir nettement les images, produites par la pièce intermédiaire qui complète l'appareil.

» 3° Au milieu, une lentille à surface argentée, mais transparente au centre, et d'un foyer tel qu'elle reproduise, dans le plan du réticule placé devant l'oculaire, soit l'image des fils de ce réticule par réflexion, soit celle des fils de l'autre extrémité par transparence.

» Dans toutes les déterminations que nous avons faites, la barre, munie des trois pièces qui constituent ainsi l'appareil optique, était supportée par quatre galets d'un diamètre de $0^m,05$. On évite de cette façon toute résistance anormale de la part des appuis, et l'expérience a montré nettement que cette précaution était nécessaire pour que la barre en expérience ne fût pas bridée, d'une manière appréciable, par cette sorte de résistance, jusqu'ici négligée complètement.

» Lorsqu'on veut observer par réflexion, on met un fil mobile en coïncidence avec l'image d'un des fils fixes et on le ramène à cette même coïncidence à chacune des flexions déterminées, dans la barre en expérience, par l'action d'une charge appropriée. La distance ainsi mesurée est le double de l'augmentation de la flèche ; elle en serait la mesure exacte si l'on opérait, de la même façon, entre le fil mobile et sa propre image.

» Pour observer par transparence, il suffit que l'on voie distinctement, par l'oculaire, les déplacements de l'image de l'un des fils du porte-objet, formée au travers de la lentille, par rapport à un même fil fixe de cet oculaire. La distance mesurée dans cette méthode est à très peu près le double de l'abaissement réel du centre optique de la lentille.

» On voit de suite la supériorité du nouvel appareil sur le procédé ordinaire, employé pour la détermination des coefficients d'élasticité.

» Dans le procédé habituel, la disposition de la lunette et de la règle à étudier peut donner naissance à des causes d'erreurs notables. Séparées l'une de l'autre, elles sont toutes deux susceptibles de subir des mouvements

indépendants, qui ne peuvent manquer d'entacher les résultats trouvés de certaines erreurs.

» Dans le nouveau procédé, au contraire, la lentille est fixée sur la règle elle-même, de telle manière qu'elle fait corps avec elle et qu'il n'y a plus à craindre aucun déplacement relatif de l'une par rapport à l'autre.

» Chacune des deux méthodes d'expérimentation, par réflexion ou par transparence, comporte en outre trois modes distincts :

» 1° On opère directement sur la règle, soumise à la seule action de son poids, la lentille étant fixée au-dessus de la règle ; après avoir pointé les images, on retourne cette règle avec les diverses parties de l'appareil et l'on effectue de nouveaux pointés. La différence des lectures donne de cette façon la valeur quadruple de la flèche. La lentille et toutes les portions de l'appareil optique se trouvent alors au-dessous de la règle.

» 2° On suspend la règle par ses deux extrémités et on la charge à son centre au moyen de poids additionnels.

» On pourrait encore, dans certains cas, suspendre la règle par son centre et charger ses extrémités.

» Le retournement de la règle est applicable à ces deux derniers modes d'expérimentation, et l'on peut ainsi arriver à la connaissance de l'inconnue par des moyens mutiples.

» Il serait assez difficile de réaliser dans la construction toutes les conditions auxquelles doivent satisfaire la lentille et ses foyers, avec une complète précision, et il est, en tous cas, nécessaire de déterminer par des observations directes les éléments numériques de la réalisation de ces conditions.

» Dans l'appareil construit, la vis micrométrique à l'aide de laquelle s'opère le déplacement du fil mobile a un pas de $0^{mm},217$, et, son tambour étant divisé en 95 parties seulement, chacune des divisions représente un déplacement de $0^{mm},217 : 95 = 0^{mm},002284$, ou à peu près une demi-seconde.

» Nous verrons que les observations se font facilement avec l'exactitude d'une demi-partie, soit à $\frac{1}{1000}$ de millimètre près, et même en deçà, s'il était nécessaire.

» Avant de se servir de l'instrument pour des mesures définitives, on prendra donc soin de déterminer le rapport entre deux séries de données obtenues par réflexion et par transparence, en substituant successivement aux fils fixes de l'oculaire et du porte-objet une même division sur verre, dont l'observation servira à établir la correspondance numérique entre les deux séries de mesures.

» Le rapport ainsi obtenu entre les observations par transparence et les observations par réflexion est 1,027. Il résulte de là que les observations par transparence donneront des chiffres qui devront être dans le rapport de 2,027 avec ceux qui auront été obtenus par réflexion. Mais il n'en serait plus ainsi si, par suite d'un défaut de symétrie dans le placement de la charge, ou d'un défaut d'homogénéité de la matière de la barre en expérience, le miroir venait à prendre, pendant la déformation de cette barre, une position inclinée par rapport au plan vertical dans lequel il se trouvait à l'origine. Cette inclinaison, en ce qui concerne la réfraction, ne modifierait pas les indications données par ce procédé, qui resteront toujours les plus certaines; les autres seraient au contraire affectées par l'inclinaison de la surface réfléchissante.

» Pour nous mettre à l'abri de cet inconvénient, lors de l'essai de la dernière barre en cuivre rouge, dont le mode de fabrication était pour nous un sûr garant de sa parfaite homogénéité, nous avons opéré de la manière suivante pour fixer le plus exactement possible la vraie position de l'axe de suspension de la charge. En un certain point qui nous paraissait être sensiblement au milieu de la pièce, une charge de $2^{kg},50$ fournissait par réflexion une lecture moyenne de $14^{div},84$; en rapprochant cette charge de 20^{mm} du côté de l'oculaire, nous avons trouvé $0^{div},62$ et en l'éloignant ensuite, en sens contraire, de 20^{mm} de la position primitive, elle nous a donné une valeur de $33^{div},64$.

» Ainsi un déplacement total de 40^{mm} avait déterminé, par suite du défaut de symétrie de la position de la charge, un déplacement du miroir correspondant à une différence totale de lecture de

$$33^{div},64 - 0^{div},62 = 33^{div},02,$$

ce qui correspond à une déviation de $0^{div},825$ par millimètre de déplacement de la charge.

» D'un autre côté, les deux déviations partielles

$$14,84 - 0,62 = 14,22 \quad \text{et} \quad 33,64 - 14,84 = 18,80$$

n'étant pas égales entre elles, nous avons dû en conclure que la position primitive n'était qu'approximative et qu'il convenait de la reculer d'environ 3^{mm} pour ramener le miroir dans la véritable position moyenne.

» C'est dans cette condition que les expériences ont été faites et elles ont alors fourni, pour cette même charge de $2^{kg},500$, pour la mesure du

grossissement, un rapport

$$\frac{7^{t}27^{div},37}{3^{t}56^{div},05} = \frac{692^{div},37}{341^{div},05} = 2,030,$$

chiffre pour ainsi dire identique avec celui qui résulte de la mesure préalable de ce grossissement.

» La barre sur laquelle nous avons opéré avait été passée à la filière et présentait exactement la section adoptée pour le mètre international, section dont le moment d'inertie $I = 5213 \times 10^{-12}$.

» La flèche observée sous une charge de $2^{kg},50$ est mesurée par

$$\frac{692,37}{2,030} = 341^{div},07 \quad \text{ou} \quad 341,07 \times 0^{mm},002284 = 0^{mm},779;$$

la valeur du coefficient d'élasticité se trouve donnée par la formule

$$E = \frac{PC^3}{3fI} = \frac{1^{kg},25 \times \overline{0^{m},50}^{3}}{3 \times 779 \times 10^{-6} \times 5213 \times 10^{-12}} = 12,825 \times 10^{9}.$$

» De nombreuses expériences antérieures ayant démontré que les flèches sont, dans ces limites, très exactement proportionnelles aux charges, il n'a pas paru nécessaire d'opérer, sur cette barre, avec des charges différentes.

» Une barre de platine iridié, préparée avec le métal fondu au Conservatoire le 15 mars 1873, a fourni, dans l'ensemble des observations faites par transparence et par kilogramme de charge, une flèche de

$$78^{div},98 \text{ ou } 78^{div},98 \times 0^{mm},002284 = 0^{mm},18039.$$

» Le moment d'inertie étant le même que précédemment, on a

$$E = \frac{0^{kg},50 \times \overline{0,50}^{3}}{3 \times 18039 \times 10^{-8} \times 5213 \times 10^{-12}} = 22,120 \times 10^{9}.$$

» Ce chiffre, conforme à ceux qui avaient été obtenus précédemment par d'autres méthodes, est un peu supérieur à celui de l'acier, comme nous l'avions fait remarquer précédemment, mais il est certainement obtenu d'une manière plus précise.

» Cette détermination est celle pour laquelle la charge, placée sans étude préalable, s'est trouvée le plus éloignée de sa position vraie, mais l'ensemble des mesures faites dans les observations par réflexion donne une moyenne de $77^{div},64$, qui ne diffère encore que bien peu de 78,98.

» Une autre barre en platine iridié plus pur, de la fabrication de M. Matthey, de Londres, a donné par transparence une flèche un peu moindre, $76^{div},88$, qui conduira cependant, par suite de l'augmentation de la section transversale, à un coefficient d'élasticité un peu plus faible.

» Pour cette barre, on obtient

$$E = \frac{0,5 \times \overline{0,50}^3}{3 \times 175594 \times 10^{-9} \times 5864 \times 10^{-12}} = 20,236 \times 10^9.$$

» Ce chiffre est encore très satisfaisant et la différence qu'il présente par rapport au précédent doit être attribuée sans doute à ce que la première barre, après avoir été écrouie dans ses nombreux passages à la filière, suivis chacun d'un recuit, a profité, dans sa cohésion, d'une amélioration notable qui s'est maintenue, même après le recuit final, prolongé pendant plus de douze heures, à la température rouge d'un four industriel.

» Dans la dernière détermination, les charges avaient été placées d'une manière à fort peu près rigoureuse, car l'ensemble des observations faites par réflexion donne, pour la flèche observée, une moyenne de $76^{div},21$ au lieu de 76,88.

» Le procédé qui vient d'être décrit est particulièrement applicable à la détermination des premières flèches, dont la valeur était, par les autres procédés, plus ou moins affectée des petits tassements qui pouvaient se produire sur les appuis, ne fût-ce que par suite de l'écrasement de certaines poussières. Aussi avons-nous reconnu que ces flèches, même les plus minimes, restent proportionnelles aux charges avec une grande régularité Il y aurait un réel intérêt à obtenir, avec les caractères de précision que comporte la nouvelle méthode, une série de déterminations sur les principales matières d'un usage courant.

» Ce mode de détermination est d'ailleurs le seul qui se prête, comme nous l'avons dit déjà, à la mesure directe de la flèche produite par le poids de la barre elle-même, qu'il suffit de retourner avec son attirail pour obtenir, par différence, la mesure totale des deux flèches partielles ainsi produites en sens inverses.

» La règle étant munie de l'appareil optique et reposant sur ses supports pourrait d'ailleurs, au moyen d'une touche, servir comme micromètre, pour la mesure des petites épaisseurs ou pour l'exploration de surfaces de grandes dimensions; nous apercevons même comment elle pourrait être employée à construire des centimètres et des millimètres étalons,

sans qu'il soit besoin de recourir à aucun diviseur mécanique [1].

» En résumé, l'usage de ce mode de mesure comporte trois avantages principaux :

» 1° Les résultats obtenus par des méthodes différentes, venant se contrôler les uns les autres, donnent aux conclusions une haute rigueur.

» 2° La disposition de l'appareil et de la règle permet d'éviter toute erreur systématique.

» 3° Les valeurs obtenues pouvant être rendues égales au quadruple de flèche cherchée, les erreurs accidentelles n'exercent qu'une très faible influence. La recherche de l'inconnue acquiert une grande précision et la sensibilité de l'appareil est telle que l'addition d'un seul gramme au poids de la règle produit un effet facilement mesurable. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur le rouget, ou mal rouge des porcs.* Extrait d'une Lettre de M. **Pasteur** à M. Dumas.

« Bollène (Vaucluse), ce 2 décembre 1882.

» En mon nom et au nom de l'un de mes collaborateurs, M. Thuillier, qui m'a accompagné à Bollène, j'ai l'honneur de vous communiquer brièvement quelques résultats nouveaux concernant une désastreuse maladie des porcs.

» On évalue à plus de vingt mille le nombre des animaux morts, cette année, du mal rouge dans les porcheries des départements de la vallée du Rhône.

» Nos recherches se résument dans les propositions suivantes :

» I. Le mal rouge des porcs est produit par un microbe spécial, facilement cultivable en dehors du corps des animaux. Il est si ténu qu'il peut échapper à une observation même très attentive. C'est du microbe du choléra des poules qu'il se rapproche le plus. Sa forme est encore celle d'un 8 de chiffre, mais plus fin, moins visible que celui du choléra. Il diffère essentiellement de ce dernier par ses propriétés physiologiques. Sans action sur les poules, il tue les lapins et les moutons.

» II. Inoculé à l'état de pureté au porc, à des doses, pour ainsi dire, inappréciables, il amène promptement la maladie et la mort avec leurs caractères habituels dans les cas *spontanés*. Il est surtout mortel pour la race blanche, dite perfectionnée, la plus recherchée par les cultivateurs.

» III. Le Dr Klein a publié à Londres, en 1878, un travail étendu sur le rouget, qu'il appelle *pneumo-entérite du porc*; mais cet auteur s'est entiè-

---

(1) M. Cornu, avec son levier à réflexion (*Journal de Physique*, t. IV), a indiqué indirectement, en 1874, la solution expérimentale d'un problème du même genre.

rement trompé sur la nature et les propriétés du parasite. Il a décrit comme microbe du mal rouge un bacille à spores, plus volumineux même que la bactéridie du charbon. Très différent du vrai microbe du rouget, le bacille du Dr Klein n'a, en outre, aucune relation avec l'étiologie de cette maladie.

» IV. Après nous être assurés par des épreuves directes que la maladie ne récidive pas, nous avons réussi à l'inoculer sous une forme bénigne, et l'animal s'est montré alors réfractaire à la maladie mortelle.

» V. Quoique nous jugions que des expériences nouvelles et de contrôle soient encore nécessaires, nous avons, dès à présent, la confiance que, à dater du printemps prochain, la vaccination par le microbe virulent du rouget, atténué, deviendra la sauvegarde des porcheries.

» M. A. Loir, aide-préparateur au laboratoire que je dirige, nous a assistés dans nos expériences; mais ce qui nous a été particulièrement précieux, c'est l'obligeance de M. Maucuer, vétérinaire distingué de Bollène, qui s'est mis à notre disposition avec un zèle sans borne, dont je suis heureux de le remercier publiquement. M. Maucuer est la première personne qui, dès l'année 1877, a appelé mon attention sur le mal rouge des porcs, en insistant sur le danger d'une affection capable de tarir une des dernières ressources de l'agriculture dans le département où il exerce l'art vétérinaire. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Recherches sur la présence de l'acide nitrique et de l'ammoniaque dans les eaux et la neige, recueillies dans les glaciers des Alpes par M. Civiale.* Note de M. **Boussingault**.

« Je remets à l'Académie, ainsi que je m'y étais engagé dans une des dernières séances, les résultats des examens des eaux de pluie et de neige recueillies par M. Civiale, pendant ses belles études sur l'orographie et la géologie des Alpes. Deux Rapports adressés à MM. les Ministres de la Guerre et de l'Instruction publique en ont signalé l'importance; mais je dois faire remarquer que, en donnant les moyens de soumettre à l'analyse les eaux alpines, M. Civiale a permis de constater des faits intéressants rattachés à l'histoire de l'atmosphère.

» En effet, les météores aqueux des hautes régions sont le véhicule de principes qui peuvent être tenus en diffusion ou en suspension dans l'air; tels sont, pour citer un exemple, l'ammoniaque, l'acide nitrique, les nitrates et les nitrites. Or, entre l'année 1859 et l'année 1865, le savant explorateur des Alpes a remis au Conservatoire des échantillons d'eau pris, dans les glaciers, à diverses altitudes.

» Voici le résultat des analyses que j'ai eu l'occasion de publier dans mon *Cours de Météorologie agricole* :

Année 1859.

» *Grand Saint-Bernard.* — L'eau de pluie et l'eau provenant de la fusion de la neige ont été recueillies sur le col de la montagne, et dans le lac près de l'hospice, à l'altitude de 2600^m.

Dans un litre dosé.	Acide nitrique. mgr	Ammoniaque. mgr
Pluie	0,30	1,10
Neige	0,05	traces
Eau du lac	0,00	0,11

» *Neige du Velan,* altitude 3760^m, frontière de la Suisse et de l'Italie. — Gneiss, micaschiste.

» Dans 1^{lit} d'eau de neige : acide nitrique, $0^{mgr},00$; ammoniaque, $0^{mgr},10$.

Année 1860.

» *Mer de glace,* au-dessus de la source de l'Arveiron, altitude 1350^m, à l'est de l'Aiguille de Grépont, près Chamounix, massif du Mont-Blanc. — Schiste talqueux.

» Dans 1^{lit} d'eau de neige : acide nitrique, $0^{mgr},26$; ammoniaque, $0^{mgr},13$.

Année 1861.

» *Glacier de Gorner,* au Nord du Breithorn. Altitude 2400^m. La glace du Gorner descend de la Cima di Yazzi dans la vallée de Zermatt, canton du Valais. — Gneiss, serpentine.

» Dans 1^{lit} d'eau de neige : acide nitrique, $0^{mgr},00$; ammoniaque, $0^{mgr},00$.

Année 1862.

» *Aletsch.*—C'est un des glaciers les plus grands de la Suisse; sa longueur est de 26^{km}, il vient de la mer de glace, au sud de la Jungfrau; l'eau a été prise aux pieds du Eygischhorn, à une altitude de 2200^m.

» Dans 1^{lit} d'eau : acide nitrique, indice; ammoniaque, indice.

Année 1863.

» *Glacier de Kaltenwasser.* — S'étend au-dessous des pointes du Monte-Leone, dont la plus élevée atteint 3565^m. — Gneiss et micaschiste.

» Dans 1^{lit} d'eau : acide nitrique, $0^{mgr},00$; ammoniaque, $0^{mgr},00$.

Année 1865.

» *Glacier de Palu,* dominé par le pic Palu dont l'altitude est de 3900^m; il fait partie du massif de Bernina, dans le canton des Grisons. — Gneiss et protogyne. — La neige a été prise à 3000^m d'altitude.

» Dans 1^{lit} d'eau : acide nitrique, $0^{mgr},00$; ammoniaque, $0^{mgr},00$.

Année 1866.

» *Cirque Comboë,* situé à 23^{km} d'Aost. — Altitude, 2100^m, dominé par le pic de Carel, d'une hauteur de 3150^m. — Quartzite, schistes verts.

» Au moment où l'on prenait la neige, le temps était orageux, le papier ozonométrique fortement teinté, et un orage violent éclatait.

» L'eau provenant de la neige fut mise dans des flacons rincés à plusieurs reprises avec l'eau qu'on devait expédier, ainsi que le pratiquait toujours M. Civiale; si l'on rappelle cette précaution, c'est parce que l'eau du cirque de Comboë, quand on l'a reçue au Conservatoire des Arts et Métiers, rougissait sensiblement le tournesol; cette réaction se manifesta dans l'eau contenue dans un autre flacon. C'est la seule fois qu'on observa une réaction acide dans les eaux envoyées des Alpes par M. Civiale.

» Dans 1^{lit} d'eau : acide nitrique, $0^{mgr},66$; ammoniaque, $0^{mgr},30$.

» *Lac Seven.* — Dans 1^{lit} d'eau : acide nitrique, $0^{mgr},04$; ammoniaque, $0^{mgr},03$.

» Dans un Mémoire sur la météorologie équatoriale, j'établirai que, depuis le niveau de la mer jusqu'à la plus grande altitude, les orages producteurs de grêle se manifestent, dans certaines localités, à des intervalles plus ou moins éloignés, et je montrerai la différence dans l'intensité de l'état électrique de l'atmosphère, constatée par Mariano de Rivero dans l'hémisphère austral, et par moi dans l'hémisphère boréal; état électrique ayant probablement un effet sur l'apparition des composés nitrés dans l'air et même dans le sol.

» Je terminerai en rappelant un fait prouvant la grande hauteur à laquelle apparaît la grêle dans les montagnes. Dans la province de Riobamba, le colonel Hall et moi, nous avons été assaillis et maltraités par des grêlons, d'un diamètre d'environ $0^{m},01$, alors que nous nous trouvions dans un nuage orageux à la hauteur de 5900^{m} au-dessus de la mer.

» J'ajouterai que les observations faites par M. Aguirre, pendant une année, sur le plateau du Vossanan de l'Antisana, élevé de 5870^{m}, les instruments étant installés dans la métairie, altitude 4100^{m}, ont constaté : 10 jours de neige, 10 jours de grésil, 122 jours de pluie. On a entendu dix-sept fois le tonnerre à Bogotà, altitude 2600^{m}; il grêle six à sept fois par an à Quito, altitude 2900^{m}; on a enregistré, dans une année, 8 orages accompagnés de grêle. »

BOTANIQUE. — *Ordre d'apparition des premiers vaisseaux dans les feuilles de Crucifères. Démonstration de la ramification franchement basipète dans ces feuilles;* par M. A. Trécul.

« N'est-il pas bien surprenant, pour qui connaît les faits, qu'en 1882, après les travaux exécutés, il soit nécessaire de défendre la *formation basipète,* que présentent un si grand nombre de feuilles?

» J'ai déjà combattu l'opinion qui veut que toujours, dans les feuilles et dans les tiges, la ramification s'opère *en direction acropète*. J'ai donné bon nombre d'exemples contraires à cette prétendue loi générale. Les feuilles des Crucifères, si diverses de forme, en fournissent de très variés.

» Toutes les feuilles dentées ou lobées, que je citerai, sauf deux, ont un caractère commun, bien tranché : c'est que leurs dents ou leurs lobes primaires se forment de haut en bas. Le développement général de ces feuilles est donc basipète. Pourtant certaines d'entre elles ayant 2 à 6 ordres ou générations de lobules ou de dents, et ces lobules ou ces dents n'étant pas toujours produits en direction basipète, mais quelquefois de bas en haut des lobes primaires, et parfois en même temps dans les deux sens, il en résulte des types de *formation mixte*.

» A cause de l'accroissement prédominant de la partie supérieure des jeunes feuilles, qui est attesté par l'apparition basipète des poils, dans la presque totalité des plantes de cette famille que j'ai examinées, on devrait s'attendre à trouver d'ordinaire le premier vaisseau dans la région supérieure de la feuille. Cela arrive quelquefois, mais ce n'est pas le cas le plus fréquent. J'ai plusieurs fois observé le début du premier vaisseau dans la région supérieure de la nervure médiane (*Lunaria biennis, Iberis pectinata, Crambe maritima, Erucastrum obtusangulum, Sisymbrium hirsutum*). D'autres fois, c'est dans la région moyenne que s'est montré le premier vaisseau (*Iberis pectinata, Lunaria biennis*, etc.). Souvent aussi il débute en même temps aux deux extrémités de la feuille : un court vaisseau naît vers le haut et un autre à la base. Ce dernier, souvent un peu plus long que l'autre, peut se montrer d'abord dans l'axe, sous la feuille, ou être engagé déjà dans la base de celle-ci (*Lunaria biennis, Aubrietia macrostyla, Hesperis matronalis*). Il est aisé de trouver en ce moment de ces divers exemples dans les bourgeons axillaires des *Lunaria biennis, Iberis pectinata, Aubrietia macrostyla*.

» Mais le plus souvent, le premier vaisseau de la feuille apparaît à la base; il a alors ordinairement commencé dans l'axe. Si ce sont les premières feuilles d'un bourgeon axillaire que l'on étudie, le premier vaisseau peut être engagé à la fois dans l'axe du bourgeon et dans la tige mère ou rameau qui le porte. Ce vaisseau monte ensuite dans la feuille et descend dans l'axe (*Iberis saxatilis, Forestieri, Isatis tinctoria, Arabis albida, alpina, Lepidium affine, latifolium, Sisymbrium acutangulum, Raphanus niger, Brassica oler. capitata, oler. acephala* lacinié).

» Quand le premier vaisseau s'est étendu dans toute la longueur de la

nervure médiane, celle-ci se comporte diversement. Dans les feuilles *à développement franchement basipète*, les premiers rameaux vasculaires sont produits près du sommet. Dans certaines feuilles *à formation mixte*, les premiers rameaux sont formés plus bas dans la région moyenne de la feuille, avec ou sans vaisseaux latéraux basilaires.

» Voyons d'abord des feuilles du type franchement basipète. De ce nombre sont les feuilles entières des *Iberis saxatilis*, *sempervirens*, *Cheiranthus Cheiri*, *Isatis tinctoria*, les feuilles dentées des *Aubrietia macrostyla*, *Arabis albida*, *Hesperis matronalis*, *Sisymbrium elatum*, les feuilles pinnatifides des *Iberis pectinata*, *Forestieri*, *Hutchinsia alpina*, *petrœa*, *Arabis arenosa*, etc.

» Dans ces plantes les premiers vaisseaux du sommet, qu'il y en ait un seul dans toute la longueur de la nervure médiane, ou que le premier vaisseau soit doublé par en bas d'un ou deux autres, se comportent de deux manières. Suivant le premier mode, par le développement de quelques cellules vasculaires, il se forme à ce sommet d'ordinaire un renflement plus ou moins prononcé; puis il part de chaque côté un vaisseau ou un fascicule qui s'allonge de haut en bas, en formant une courbe parallèle au bord de la feuille (*Aubrietia macrostyla*, *Arabis albida*, *arenosa*, etc.). Arrivé à une certaine longueur, ce vaisseau ou fascicule s'incurve vers la nervure médiane et va s'unir à elle; tandis qu'un rameau peut le continuer parallèlement au bord et gagner aussi la nervure médiane un peu au-dessous de la base du lobe terminal. Suivant le deuxième mode, il naît, un peu au-dessous du sommet de la nervure médiane, quelques courts rameaux vasculaires courbes, qui se dressent vers le haut et forment, en se rapprochant plus ou moins, l'apicule vasculaire (*Iberis saxatilis*, *Isatis tinctoria*, etc.). Ces deux modes n'ont rien d'absolu : il y a entre eux des états intermédiaires. C'est aussi d'après ces deux modes que se constitue l'apicule vasculaire des lobes latéraux et des dents [1].

» Les nervures latérales primaires plus bas placées se succèdent ensuite de haut en bas, de sorte que, de ces nervures principales, ce sont toujours les inférieures qui produisent leurs vaisseaux les dernières.

---

[1] Je dirai tout de suite, pour n'avoir pas à y revenir dans ce court résumé, que, relativement à leur insertion, les dents présentent deux états : ou leur premier vaisseau ou fascicule médian est dans la prolongation d'une nervure primaire ou secondaire (*Brassica*, *Crambe*, etc.), ou bien il est inséré sur la courbe d'une maille primaire, secondaire ou tertiaire (*Lunaria biennis*, *Hesperis matronalis*, *Sisymbrium elatum*, *Isatis tinctoria*, etc.).

» *Feuilles entières ou dentées.* — Divers aspects sont à noter dans le développement de ces vaisseaux latéraux. Ils naissent fort souvent au contact de la nervure médiane, se courbent en montant obliquement et dirigent leur pointe vers la nervure placée au-dessus, qu'ils rejoignent d'ordinaire; mais parfois, avant de l'atteindre, le vaisseau fait un angle vers l'extérieur et entre dans une dent; d'autres fois il monte en serpentant entre la nervure précédente et le bord de la feuille, et y commence par ses sinus le côté externe de mailles secondaires. Cependant, assez fréquemment aussi, dans l'*Iberis saxatilis* par exemple, il part du vaisseau d'une telle nervure ascendante une branche vasculaire qui se dirige par en bas, et va au-devant du vaisseau qui monte dans la nervure placée au-dessous.

» Ces vaisseaux des nervures latérales principales, obliquement ascendantes, ne débutent pas toujours au contact de la nervure médiane; ils peuvent naître loin d'elle, et sont alors libres par les deux bouts; ils rejoignent ensuite par en haut la nervure placée au-dessus, par en bas la nervure médiane [1].

» L'apparition des vaisseaux se fait ainsi de haut en bas, d'abord dans les nervures latérales primaires supérieures, ensuite dans les plus bas placées; mais dans la partie inférieure de la feuille, surtout si elle est pétiolaire, ils s'allongent davantage plus ou moins parallèlement à la nervure médiane, sur laquelle les derniers s'insèrent, tantôt au-dessus de la base de la feuille (*Iberis saxatilis*, *Aubrietia macrostyla*, *Arabis albida*, *alpina*, etc.), tantôt au-dessous de cette base (*Hesperis matronalis*, *Sisymbrium elatum*).

» Il n'est pas rare de trouver, dans ces nervures inférieures de jeunes feuilles, les vaisseaux fixés par en haut aux précédents, encore libres par leur extrémité inférieure.

» Pendant que les nervures primaires produisent leurs vaisseaux, et donnent ainsi des mailles de premier ordre, des mailles de deuxième, de troisième ordre, etc., se multiplient à l'intérieur et en dehors des premières, d'abord dans la région supérieure de la feuille et ensuite de haut en bas. Au bas de la feuille, dans le pétiole, les faisceaux les derniers formés donnent des mailles plus allongées que celles d'en haut et aussi

(1) Dans l'*Hesperis matronalis*, j'ai trouvé plus souvent qu'ailleurs les vaisseaux latéraux naissant loin de la nervure médiane. Il n'y avait quelquefois de chaque côté du long acumen de la jeune feuille qu'un long vaisseau sinueux, qui un peu plus tard est relié çà et là à la nervure médiane par des vaisseaux obliques. Dans la lame les premiers vaisseaux des nervures principales débutent souvent libres aussi, loin de la nervure médiane.

moins nombreuses. Enfin, en bas du pétiole, où les derniers faisceaux primaires s'insèrent sur la nervure médiane, les faisceaux secondaires et tertiaires inférieurs terminent le système vasculaire latéral en faisant des anses allongées ou des angles, que prolonge encore parfois un vaisseau unique, libre par son extrémité inférieure (*Aubrietia macrostyla, Arabis albida, alpina, Iberis saxatilis*, etc.).

La feuille de l'*Isatis tinctoria* mérite une mention spéciale. Les nervures latérales primaires supérieures sont d'abord produites et insérées sur la nervure médiane. Celles qui naissent ensuite plus bas de chaque côté sont portées sur un long faisceau latéral, dont le premier vaisseau naît libre par les deux bouts. D'abord à peu près parallèle à la nervure médiane, il s'allonge : par en bas il va s'insérer sur le prolongement de la nervure médiane, au-dessous de l'insertion de la feuille; par en haut il s'infléchit vers le bord parallèlement à la dernière des nervures latérales insérées sur la médiane, et finalement se relie à cette nervure latérale par son extrémité supérieure.

» C'est sur cette longue nervure longitudinale que s'insèrent de la manière suivante les nervures pennées subséquentes. Près du haut de cette nervure naissent d'abord les nervures pennées de la région moyenne de la feuille; en bas de cette première nervure latérale, il en naît une deuxième plus faible, qui lui est parallèle et qui s'insère sur sa base; elle reçoit les nervures pennées plus bas placées. Une troisième nervure longitudinale, plus grêle encore et plus courte, et insérée sur la deuxième, porte les nervules de la bande parenchymateuse marginale d'en bas. C'est de ces faisceaux inférieurs et du troisième latéral que partent les vaisseaux qui descendent dans les oreillettes du bas de la feuille (1).

» *Feuilles pinnatifides*. — Les feuilles de l'*Iberis pectinata* ont cinq, six ou sept lobes de chaque côté, parfois quatre, trois ou deux. Tous ces lobes, nés de haut en bas, obtiennent leur premier vaisseau médian successivement, suivant leur ordre de naissance. Il est souvent libre au début, et va s'insérer sur la nervure médiane du rachis. Assez souvent aussi un vaisseau né sur celle-ci va au-devant de celui qui descend. Pendant que les

---

(1) Dans une jeune feuille (de 9^{mm} par ex.) le sommet du premier latéral longitudinal se trouve vers le milieu de la hauteur de la feuille. Après l'accroissement il est placé dans la région supérieure de cette feuille. — Un faisceau s'interpose à la nervure médiane et au premier faisceau latéral longitudinal, dans une feuille de deux à trois centimètres, et les relie çà et là par des ramules obliques.

lobes d'en bas produisent leur premier vaisseau médian, des vaisseaux latéraux surgissent dans les lobes d'en haut. Ces vaisseaux secondaires ont d'ordinaire leur pointe dirigée par en bas. Allant rejoindre le médian, ils décrivent ainsi les premières mailles. Des rameaux multiplient ces mailles. Vers cette époque, les vaisseaux des lobes superposés sont reliés par un vaisseau vertical qui, dans le rachis, part de la nervure médiane d'un lobe donné, va rejoindre celle du lobe placé au-dessus ou ses vaisseaux du côté correspondant. Ce n'est qu'après que ces premiers vaisseaux sont nés qu'apparaissent ceux des nervures latérales du pétiole. Ils commencent parfois par des fragments isolés, destinés à des mailles du haut de pétiole. Ou bien il naît, tout d'abord libre, un premier vaisseau latéral longitudinal dans la région moyenne pétiolaire; il va par en haut se relier à la fois à la nervure médiane et à la nervure latérale du lobe inférieur; par en bas il va s'insérer sur la base de la nervure médiane du rachis. En janvier, j'ai trouvé ce premier latéral de chaque côté débutant en bas et au contact de cette nervure médiane; il était alors ascendant. Le premier vaisseau d'une autre nervure latérale longitudinale plus externe, insérée sur le bas de la précédente, naît ensuite. Enfin, le réseau vasculaire se complète peu à peu, de haut en bas.

» Les feuilles de l'*Hutchinsia petræa* présentent deux modifications intéressantes, suivant leur position sur la tige. Celles de la région inférieure ont le faisceau médian de toutes leurs pinnules (qui sont souvent au nombre de huit ou neuf de chaque côté) inséré sur la nervure médiane du rachis. Au contraire, dans la région supérieure de la tige (oct. et nov.), les pinnules de chaque feuille ont deux modes d'insertion. Les pinnules supérieures (quatre ou cinq de chaque côté) ont leur nervure médiane insérée sur celle du rachis, tandis que les pinnules inférieures sont insérées sur un faisceau latéral longitudinal parallèle à la nervure médiane du rachis, sur laquelle il s'insère lui-même au bas du pétiole. Dans des feuilles plus élevées encore sur la tige, un deuxième faisceau latéral longitudinal plus externe, qui s'insère sur la base du premier ou un peu plus haut, porte les pinnules les plus bas placées.

» Il faut noter que sur la tige, à la limite de ces deux modifications des feuilles, on trouve toutes les transitions possibles de l'une à l'autre.

» Dans cette plante encore, toutes les pinnules et leur vaisseau médian naissent successivement de haut en bas. Il arrive parfois que, dans les feuilles dont toutes les pinnules insèrent leur premier vaisseau sur la nervure médiane du rachis, la pinnule inférieure de chaque côté, au lieu d'in-

sérer sa nervure médiane près de sa propre base, va l'insérer tout au bas du pétiole. On a alors l'image d'un faisceau latéral longitudinal ne portant qu'une pinnule. Or, cette pinnule et son premier vaisseau sont nés après toutes les pinnules placées plus haut. Il en est de même pour les faisceaux latéraux longitudinaux, qui portent la nervure médiane de 2, 3 ou 4 pinnules; ils sont nés après les vaisseaux médians de toutes les pinnules qui sont situées plus haut et insérées sur la nervure médiane du rachis.

» Les feuilles les plus divisées de l'*Arabis arenosa* ont aussi un grand intérêt à cause du nombre de leurs lobes, qui est souvent de 10 à 13 de chaque côté. Comme dans la plante précédente, les lobes supérieurs insèrent leur faisceau médian sur la nervure médiane de la feuille, les lobes inférieurs sur un faisceau latéral longitudinal ou sur deux. Le premier de ces faisceaux latéraux est fixé sur le bas de la nervure médiane du rachis, le deuxième s'insère sur le bas du premier (1).

» Dans certaines feuilles, il y a de chaque côté cinq, six, sept ou huit lobes supérieurs pourvus de leur vaisseau médian avant qu'aucune trace de vaisseau se manifeste dans les faisceaux latéraux longitudinaux, ou, du moins, le premier vaisseau du premier latéral n'apparaît d'ordinaire que quand le premier vaisseau des derniers lobes supérieurs (les plus bas placés) a débuté sous forme d'un fragment vasculaire libre par les deux bouts, ou d'un fragment vasculaire inséré sur la nervure médiane du rachis.

» Le premier vaisseau du premier faisceau latéral longitudinal peut être trouvé libre par les deux bouts, et parfois le bout supérieur est vu entrant dans un des lobes dont il doit porter le faisceau médian, tandis que l'autre bout descend libre vers le bas du pétiole. Le deuxième faisceau latéral longitudinal ne naît souvent qu'après que le premier a reçu l'insertion du premier vaisseau des lobes qui lui correspondent. J'ai quelquefois trouvé aussi ce deuxième latéral libre par en bas, tandis que par en haut il s'introduisait dans un lobe, ou même communiquait déjà avec deux. Ce n'est que plus tard qu'il se relie par en bas au premier latéral longitudinal.

» On voit qu'ici tout est contraire à la théorie de la ramification en direction acropète, puisque celle-ci suppose les rameaux inférieurs toujours nés les premiers. »

---

(1) Je néglige, dans ma description abrégée, les fascicules qui, plus tard, relient entre eux les différents faisceaux.

PALÉONTOLOGIE. — *Les enchaînements du monde animal dans les temps primaires*. Note de M. A. GAUDRY.

« Il y a vingt-huit ans, l'Académie a bien voulu me charger d'entreprendre des fouilles à Pikermi. Comme ces fouilles ont duré longtemps et ont été faites sur une vaste échelle, elles m'ont procuré des échantillons assez nombreux pour permettre d'établir des comparaisons minutieuses entre les espèces fossiles et vivantes; ces comparaisons m'ont révélé les enchaînements de formes qui, au premier abord, avaient semblé des entités distinctes.

» Après avoir achevé mes travaux sur la Grèce, j'ai cru intéressant de vérifier si les remarques faites à Pikermi trouveraient une confirmation dans une étude plus générale des mammifères fossiles, et j'ai publié un livre sur *les enchaînements des mammifères tertiaires*.

» Aujourd'hui j'ai l'honneur de communiquer à l'Académie le commencement d'un travail qui doit embrasser l'ensemble du monde animal dans tous les âges passés. D'après le peu que nous savons déjà, nous ne pouvons guère douter qu'un plan a dominé la création des êtres organisés; il n'est peut-être pas sans utilité de signaler les observations qui jettent quelque lumière sur ce plan encore mystérieux.

» La première Partie de mon Ouvrage comprend l'examen des animaux primaires; je traite tour à tour des foraminifères, des polypes, des échinodermes, des brachiopodes, des mollusques, des articulés, des poissons et des reptiles; ces études sont accompagnées de nombreuses gravures qui ont été faites par un habile artiste du Muséum, M. Formant; comme spécimen de ces gravures, je mets sous les yeux de l'Académie les figures de mon Chapitre des reptiles.

» Les foraminifères primaires ressemblent singulièrement aux foraminifères actuels. Plusieurs de leurs genres se sont continués depuis les temps carbonifères jusqu'à nos jours. Non seulement leurs espèces passent les unes aux autres, mais on a de la peine à établir des démarcations entre les familles, soit qu'on prenne la texture, soit qu'on prenne le mode de groupement comme base de classification.

» Il est arrivé pour les polypes la même chose que pour les foraminifères; autrefois on les classait d'après leur mode de groupement, et l'on a reconnu que ce mode offrait des séparations peu tranchées. Aujourd'hui on sépare leurs familles d'après les caractères de leur structure intime, et

l'on aperçoit également des transitions entre ces familles : il y a passage des tubuleux aux tabulés, des tabulés aux rugueux, des rugueux aux madréporaires bien cloisonnés. Il n'est pas aisé non plus d'établir une démarcation nette entre les formes des polypiers anciens et celles des polypiers récents.

» Malgré leur apparente diversité, la plupart des crinoïdes se laissent ramener à un type commun.

» Les travaux de M. Davidson ont appris que les espèces des brachiopodes passent les unes aux autres. Même il n'est pas toujours facile d'établir des barrières entre les genres de familles différentes. Les lingules, les cranies, les discines, les térébratules, les rhynchonelles révèlent qu'à côté de ses différences la nature des anciens jours présente des traits de ressemblance avec celle d'aujourd'hui.

» Les mollusques des temps primaires ont aussi de nombreux types qui les unissent à ceux de notre époque. La multitude des variations que M. Barrande a eu la patience et le talent de constater dans les céphalopodes primaires, notamment dans les *Orthoceras* et les *Cyrtoceras,* a montré que la forme spécifique a souvent été quelque chose d'éphémère, d'insaisissable. Quoiqu'il ne semble pas difficile de concevoir comment les céphalopodes à calotte dite initiale sont devenus des céphalopodes à nucléus sphérique, il faut avouer que leur passage n'a pas encore été observé ; mais les caractères du siphon, des cloisons, de l'ouverture et de la courbure des coquilles ont offert des transitions.

» Comme les mollusques, les trilobites ont donné une preuve frappante de la simplicité des moyens par lesquels l'Auteur de la nature a produit les apparences les plus diverses. Les découvertes d'individus de tout âge ont montré que leurs métamorphoses individuelles surpassaient leurs différences spécifiques.

» Si bizarres que soient les mérostomes anciens, les genres *Belinurus* et *Prestwichia* les ont rattachés aux limules des temps actuels. Les Ostracodes, les insectes des jours primaires ont eu aussi des liens avec ceux de notre époque.

» Plusieurs des poissons anciens ont des caractères qui tendent à les faire considérer comme représentant l'état jeune de la classe des poissons.

» Quelques-uns des reptiles primaires, tels que l'*Archegosaurus* et l'*Actinodon,* qui ont des vertèbres incomplètement ossifiées et des os des membres avec des extrémités restées cartilagineuses, sont également difficiles à comprendre, s'ils ne représentent pas l'état jeune de la classe des reptiles.

» Ainsi l'étude des animaux primaires semble révéler des enchaînements. A la fin de sa longue vie, ayant eu le temps de beaucoup voir et de beaucoup méditer, le grand géologue, d'Omalius d'Halloy, a écrit : *J'ai peine à croire que l'Etre tout-puissant que je considère comme l'auteur de la nature ait, à diverses reprises, fait périr tous les êtres vivants pour se donner le plaisir d'en créer de nouveaux qui, sur les mêmes plans généraux, présentent des différences successives, tendant à arriver aux formes actuelles.* Ce langage me paraît d'accord avec les faits observés; on ne sait pas comment ont commencé les êtres cambriens, mais on ne peut nier qu'il y ait eu des rapports entre les êtres cambriens et les êtres siluriens, entre ceux-ci et les êtres dévoniens, entre ceux-ci et les êtres carbonifères, entre ceux-ci et les êtres permiens, entre ceux-ci et les êtres triasiques. L'examen des fossiles primaires porte à admettre des passages d'espèces à espèces, de genres à genres, de familles à familles.

» Pour rester dans la vérité tout entière, il faut ajouter que l'état actuel de la science ne permet guère d'aller plus loin; il ne laisse point percer le mystère qui enveloppe le développement originaire des grandes classes du monde animal. Nul homme ne sait comment ont été formés les premiers individus de foraminifères, de polypes, d'étoiles de mer, de crinoïdes, d'oursins, de blastoïdes, de cystidés, de brachiopodes, de lamellibranches, de gastropodes, de céphalopodes, d'ostracodes, de trilobites, de décapodes, d'arachnides, de myriapodes, d'insectes, de poissons, de reptiles, etc. Les fossiles primaires ne nous ont pas fourni de preuves matérielles du passage des animaux d'une classe à ceux d'une autre classe. Dans le cambrien inférieur de Saint-David on voit déjà des cœlentérés, des échinodermes, des mollusques, des crustacés. Le silurien renferme des oursins, des crinoïdes, des stellérides qui ne semblent pas se lier beaucoup plus intimement que ceux de l'époque actuelle. Lorsque j'ai commencé à étudier les reptiles du permien qui, à certains égards, présentent des caractères d'infériorité, je m'attendais à leur trouver des rapports avec les poissons; mais j'ai constaté tout le contraire, car ces reptiles, par le développement extrême de leurs membres de devant et de derrière, comme par leur ceinture thoracique et pelvienne, se montrent aussi différents que possible des poissons.

» Je me contente de signaler ces faits. Je tâcherai plus tard de dire comment je les comprends, s'il m'est donné d'achever l'étude de l'ensemble des animaux qui se sont succédé sur la terre. Je ferai seulement remarquer que les naturalistes ne croient plus guère à une série linéaire unique

du monde animal commençant à la monade, se continuant tour à tour sous la forme de polype, d'échinoderme, de mollusque, d'annelé, d'articulé, de poisson, de reptile, d'oiseau, de mammifère et finissant à l'homme. Par exemple, quoique les mammifères soient les plus perfectionnés des vertébrés, l'embryogénie ne nous apprend pas qu'ils aient passé par l'état poisson, par l'état saurien, par l'état oiseau. Il est par conséquent naturel de penser que, dans les temps géologiques, il n'y a pas eu un seul enchaînement, mais plusieurs enchaînements : les êtres de classes différentes semblent avoir formé de très bonne heure des branches distinctes dont le développement s'est produit d'une manière indépendante. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Etudes chimiques sur le maïs, à différentes époques de sa végétation;* par M. H. Leplay.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

De la présence, de l'accumulation et de la formation des bases de potasse et chaux en combinaison organique, soit avec les acides végétaux, soit avec les tissus dans les différentes parties du maïs, à différentes époques de sa végétation.

« Il résulte des nombres fournis par l'analyse des différentes parties du maïs, aux trois époques de sa végétation, les faits suivants :

» 1° Dès la première époque de la végétation du maïs, c'est-à-dire le 1er juillet, il existe, dans toutes les parties du maïs en végétation, de la potasse et de la chaux en combinaison avec des acides végétaux à l'état soluble dans le jus et à l'état insoluble dans les tissus.

» 2° De la deuxième à la troisième période de végétation du maïs, en ce qui concerne la potasse seule en combinaison organique :

» La potasse en combinaison organique est à peu près en même quantité dans la récolte de maïs, depuis le moment où l'organe mâle commence à sortir, jusqu'à la formation de l'épi et même jusqu'à la maturité de la graine; à partir du 1er juillet, le sol ne fournit plus au maïs, pendant les deux mois que dure encore la végétation, de la potasse à l'état de carbonate ou de bicarbonate.

» Si l'on examine comment cette quantité de potasse se trouve distribuée dans les différentes parties du maïs, on remarque que la quantité qui existait à la première époque de végétation a diminué de plus de 39 pour

100 dans la tige de la première à la deuxième époque, et que cette réduction s'est opérée, non pas au profit des feuilles, puisque la quantité de cette base y est restée la même à 1 pour 100 près, mais exclusivement au profit de l'épi en formation, dans lequel la quantité de cette base va constamment en s'accumulant de plus en plus pendant la maturité de la graine.

» Une autre preuve, non moins remarquable, de cette migration de la potasse en combinaison organique des différentes parties du maïs vers l'épi et, en dernier résultat, dans les graines, c'est que la quantité de cette base qui avait diminué dans la tige de 39 pour 100 de la première à la deuxième époque de végétation a augmenté de 25 pour 100 de la deuxième à la troisième époque, et il est facile de voir que cette quantité a été prélevée sur la réserve contenue dans les feuilles. En effet, la quantité de cette base qui était restée stationnaire dans les feuilles de la première à la deuxième époque a diminué de plus de 16 pour 100 de la deuxième à la troisième époque.

» Le besoin des graines pour la potasse en combinaison organique paraît tellement énergique, que, au début de la formation des graines, c'est-à-dire de la première à la deuxième époque, alors que ces graines sont encore laiteuses, la quantité de cette base est cinq fois plus grande dans ces graines à peine formées que dans leur support, tandis qu'à l'époque de la maturité des graines le support en contient une quantité presque égale à celle de la graine, soit dans le rapport de 3 à 4 pour 100. Dans ces conditions, le support a fourni aux graines des quantités de potasse qui étaient nécessaires à leur organisation, et cela presque jusqu'à épuisement; l'accumulation de cette base ne s'est produite dans le support que lorsque les graines en ont été saturées ou n'en avaient plus besoin pour leur organisation.

» Pendant ces différentes époques de la végétation du maïs, cette base est restée à peu près en même quantité, ou cette quantité a été légèrement en diminuant dans les racines, qui n'ont pris aucune part au mouvement de cette base vers les parties aériennes du maïs.

» 3° En ce qui concerne la chaux en combinaison organique :

» La marche de la chaux en combinaison organique dans les différentes parties du maïs est bien différente de celle de la potasse qui vient d'être décrite. Ainsi : 1° tandis que la quantité de potasse n'augmente plus dans toute la récolte de maïs depuis la première époque (1er juillet) jusqu'à la troisième époque (1er septembre), la chaux, au contraire, y augmente d'une quantité égale à 143 pour 100; 2° tandis que la potasse en combinaison orga-

nique va en diminuant dans les tiges de la première à la deuxième époque de 39 pour 100, la chaux y va en s'accumulant et en augmentant de 141 pour 100; 3° la chaux en combinaison organique de la deuxième à la troisième époque, de même que la potasse, a diminué dans les feuilles, mais a diminué en plus grande quantité dans les tiges, pour s'accumuler dans l'épi et surtout dans les graines, dans lesquelles elle a augmenté depuis la formation de la graine jusqu'à sa maturité, dans la proportion de 188 pour 100.

» Les feuilles et les tiges ont donc été une réserve dans laquelle la chaux en combinaison organique s'est emmagasinée, depuis le commencement de la végétation du maïs jusqu'à la naissance de l'épi, pour fournir aux besoins de la formation de la graine; comme elles avaient été également une réserve pour la potasse dans le même but, mais avec cette différence que cette réserve a dû suffire pour la potasse sans que le sol en vienne augmenter la quantité; tandis qu'au contraire, pour la chaux, le sol a continué d'en fournir, pendant la deuxième et la troisième époque, des quantités relativement très considérables.

» 4° En ce qui concerne la potasse et la chaux en combinaison organique dans les tissus :

» Pendant l'époque de la formation des organes reproducteurs (première et deuxième époque), la potasse en combinaison organique insoluble, dans le jus de la totalité des tiges et des feuilles réunies, va en diminuant dans la proportion de 76 pour 100 de la quantité primitive, tandis que la chaux va en augmentant dans la proportion de 59 pour 100.

» Si l'on examine la part que prend chacun de ces organes à cette réduction et à cette augmentation, on trouve que, dans les tiges, la potasse en combinaison organique insoluble disparaît complètement de l'état insoluble tandis que la chaux y augmente de 41 pour 100. Dans les feuilles, la potasse en combinaison organique insoluble diminue de 72 pour 100, tandis que la chaux y augmente de 62,6 pour 100.

» 5° En ce qui concerne l'état de combinaison organique de la potasse et de la chaux dans les tissus :

» La potasse en combinaison organique dans les tissus du maïs, comme dans les tissus de la betterave, se dissout dans l'eau en conservant le caractère de neutralité, où elle se trouve dans les tissus : elle doit donc y être en combinaison avec des acides végétaux.

» La chaux en combinaison organique dans les tissus du maïs paraît, comme dans les tissus de la betterave, augmenter en raison du développe-

ment organique des tissus et former avec eux une véritable combinaison chimique définie, que les lavages par l'eau et les acides ne peuvent leur enlever sans les désorganiser.

» 6° En ce qui concerne la formation des acides végétaux :

» Les acides végétaux combinés aux bases potasse et chaux, contenus dans les différentes parties du maïs, aux différentes époques de sa végétation, ont pour origine l'acide carbonique du sol absorbé par les radicules à l'état de bicarbonates de ces bases et d'acide carbonique en dissolution dans l'eau.

» Les formules et les équations chimiques par lesquelles la transformation des bicarbonates et de l'acide carbonique du sol peut être représentée sont les mêmes pour le maïs que pour la betterave (voir *Comptes rendus*, 13 novembre 1882). »

VITICULTURE. — *Sur le Phylloxera gallicole.* Note de M. **Henneguy**, délégué de l'Académie. (Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Les recherches que j'ai faites cette année sur le Phylloxera gallicole ne m'ont pas donné des résultats bien nouveaux. J'ai trouvé des galles en grande quantité sur beaucoup de vignes américaines, principalement sur des *Riparia*, dans diverses localités de l'Hérault et de la Gironde; sur les cépages indigènes je n'en ai rencontré qu'une seule fois, chez M. de Lafitte, à la Joannenque, près d'Agen. Quatre pieds de Cabernet-Sauvignon, éloignés de toute espèce de vigne américaine, portaient à la fin de juillet de nombreuses galles renfermant des mères pondeuses et des œufs. M. de Lafitte avait déjà observé des galles en cet endroit, il y a quelques années ; elles avaient disparu à la suite de badigeonnages dirigés contre l'œuf d'hiver, badigeonnages qui n'ont pas été renouvelés depuis 1880. Dans les premiers jours du mois d'octobre, les dernières feuilles avaient encore des galles avec des pondeuses et des œufs.

» Si les galles spontanées sont très rares sur les vignes indigènes, il est facile de les y faire apparaître par contagion. J'en ai obtenu ainsi sur plusieurs pieds de chasselas et de muscat, en pots et indemnes, en entremêlant leurs pampres avec ceux de vignes américaines gallifères. Les galles sur les vignes indigènes ne sont pas généralement aussi nombreuses ni aussi bien développées que sur les cépages américains; mais les insectes s'y multiplient aussi longtemps que sur ces derniers et continuent à former des

galles jusqu'à la fin d'octobre, tant que de jeunes feuilles se produisent à l'extrémité des sarments. Sur toutes les vignes que j'avais infectées artificiellement, j'ai trouvé au bout de quelque temps des Phylloxeras sur les racines, ce qui confirme entièrement les expériences faites par M. Max. Cornu pour démontrer l'identité de l'insecte des feuilles avec celui des racines.

» A différentes époques de l'année j'ai ouvert un grand nombre de galles dans le but de vérifier les observations de MM. Shimer, Knyaseff et Champin, sur la présence de nymphes et d'ailés parmi les gallicoles. Malgré toute l'attention que j'ai pu apporter dans mes recherches, je n'ai vu aucune nymphe ni aucun ailé. Je n'ai pas non plus jusqu'à présent trouvé d'individus sexués, issus directement d'insectes aptères, analogues à ceux du Phylloxera du chêne que M. Balbiani a découverts, et qui, comme les sexués provenant de l'insecte ailé, quittent les feuilles pour aller pondre sur la tige. La présence de sexués dans les galles expliquerait facilement le fait signalé par M. Valéry-Mayet, à savoir l'existence presque constante d'œufs d'hiver nombreux sur les vignes qui ont porté des galles pendant l'été. Il semble en effet plus naturel d'admettre que ces œufs proviennent directement de sexués gallicoles, qui les déposent sur la plante même où ils vivent, que de supposer que des essaims d'ailés viennent chaque année s'abattre sur les mêmes ceps de vigne. Si le Phylloxera de la vigne se comporte comme celui du chêne, il y aurait deux sortes d'œufs d'hiver, les uns provenant de la descendance de l'insecte ailé des racines, les autres pondus par des sexués gallicoles. Je ne désespère pas de trouver ces sexués, bien que leur recherche au milieu des nombreux insectes qui sortent des galles présente de grandes difficultés.

» Lorsque les œufs renfermés dans une galle sont éclos, les jeunes insectes, après avoir mué, se répandent sur la feuille; doués d'une grande agilité, les uns courent sur les sarments à la recherche des jeunes feuilles pour y former de nouvelles galles, les autres descendent sur les racines en suivant la souche, les échalas, et en se laissant tomber sur le sol. Mais, si l'on ouvre les grosses galles que portent certains cépages américains, Clinton, Taylor, Yorks'Madeira, Riparia, il n'est pas rare de trouver à côté de la grosse mère pondeuse de une à cinq jeunes mères n'ayant pas encore acquis tout leur développement; ce sont de jeunes individus qui sont restés dans la galle et qui sont destinés à remplacer la pondeuse lorsqu'elle sera morte. La fécondité des mères pondeuses réunies dans une même galle paraît être moindre que celle d'une mère isolée. Le nombre des gaines

ovariques varie, chez les premières, dans le milieu de l'été, de 10 à 16, tandis que chez les mères qui vivent seules dans une galle il y a de 16 à 28 gaines.

» Relativement à la diminution du nombre de gaines ovariques avec les générations successives, je n'ai pu trouver une loi aussi nette que celle que M. Balbiani a pu établir pour les Phylloxeras radicicoles. Les gaines ovariques diminuent de nombre chez les gallicoles lorsque approche la fin de la belle saison, mais d'une manière moins rapide et plus irrégulière que chez les radicicoles. Ce fait n'a rien d'étonnant, les dernières générations des gallicoles étant toujours éloignées au plus de quelques mois seulement de l'œuf d'hiver éclos au printemps de la même année. Quelques galles, se trouvant sans doute dans certaines conditions que je n'ai pu encore déterminer, renfermaient des mères pondeuses qui n'avaient que 6 à 10 gaines ovariques; c'est dans de telles galles que se trouveront probablement les sexués, s'ils existent.

» L'année dernière, au commencement d'octobre, j'ai pu se faire fixer directement sur des morceaux de racines de Taylor, conservés dans un flacon humide, de jeunes Phylloxeras gallicoles. Les individus ont hiberné et, placés dans une chambre chauffée, ils ont commencé à pondre vers la fin de janvier 1882. Je n'ai pu malheureusement observer le nombre de leurs gaines ovariques : ils sont morts au mois d'avril faute de nourriture; j'espère être plus favorisé l'année prochaine dans les nouvelles expériences que j'entreprends à ce sujet.

» Comme les années précédentes, tout en poursuivant mes observations biologiques, j'ai visité un certain nombre de vignobles phylloxérés traités par les insecticides, et de préférence ceux que j'avais déjà vus.

» Dans les environs de Montpellier, à Launac, M. Marès lutte toujours avec avantage contre le fléau, au moyen du sulfocarbonate de potassium et des arrosages avec du sulfure de potassium; la régénération des vignes continue; cette année la récolte a été encore supérieure à celle de 1881.

» M. Domergue, au mas de Larmet, près Castelnau, possède un vignoble de cépages indigènes qui est en plein rapport; ces vignes sont plantées dans un terrain sablonneux, mais le sable n'y est pas en quantité suffisante pour empêcher le développement du Phylloxera. L'année dernière, au mois de novembre, j'y constatais la présence de l'insecte à peu près partout. M. Domergue s'empressa de traiter les points les plus attaqués par le sulfocarbonate de potassium, et il traitera cette année toute sa propriété.

» Dans l'arrondissement de Béziers, le domaine de M. Jaussan continue

à se maintenir, tandis que toutes les vignes environnantes sont à peu près détruites. Les accidents qui s'étaient produits l'année dernière à la suite de l'emploi du sulfure de carbone dans des terrains saturés d'humidité n'ont pas eu de suites fâcheuses. La plupart des vignes dont la végétation avait été arrêtée sont reparties. Quelques taches situées dans des bas-fonds argileux se sont cependant agrandies. M. Jaussan attribue avec raison cet insuccès à la grande humidité de ces bas-fonds ; la vigne commençait déjà à y dépérir avant l'invasion phylloxérique. Dans ces terrains argileux, le sulfure de carbone peut rester pendant plusieurs mois dans les trous de pal sans se volatiliser; ainsi, lorsqu'on a labouré, au mois de mai, une vigne sulfurée au mois de décembre 1881, on a constaté que des vapeurs de sulfure de carbone se répandaient dans l'air, et les feuilles de la vigne ont jauni. Il n'est donc pas étonnant que, dans ces endroits, les taches se soient étendues, le sulfure de carbone n'ayant pu produire aucun effet. Il est important de signaler, chez M. Jaussan, une jeune plantation en Aramon et en petit Bouschet, faite en plein terrain phylloxéré, et qui, grâce au traitement insecticide, est aussi belle que si elle était indemne. Les viticulteurs seront-ils encouragés par cet exemple à replanter des cépages français? Il est à craindre que non : ils ne se rendront à l'évidence qu'après avoir essayé successivement tous les cépages américains et éprouvé de grandes déceptions.

» L'état du vignoble de M. Teissonnière, à la Provenquière, est moins satisfaisant que l'année dernière : beaucoup de taches se sont agrandies et de nouveaux points d'attaque ont apparu. La récolte est inférieure en quantité à celle de 1881, et cette diminution ne peut être attribuée qu'au Phylloxera ; mais, hâtons-nous de le dire, elle s'explique facilement. Le vignoble avait été traité au sulfocarbonate de potassium en décembre 1880 et il est resté sans traitement jusqu'en mai 1882, c'est-à-dire pendant dix-sept mois. Durant ce long espace de temps, les colonies souterraines ont dû se multiplier et s'étendre; le traitement de cette année a été fait trop tard pour que la vigne ait pu réparer son système radiculaire. De plus, on ne met, à la Provenquière que 20^{lit} d'eau par souche, ce qui me semble insuffisant, surtout au mois de mai, où, dans l'Hérault, la terre est déjà très sèche. A Lignan, les vignes de M. Culeron et de Mme Théron reçoivent depuis deux et trois ans 40^{lit} d'eau et 90^{gr} de sulfocarbonate par souche; elles présentaient cette année une végétation magnifique et ont donné une belle récolte.

» Dans le Médoc, le Phylloxera a fait son apparition depuis longtemps

déjà; mais l'invasion du fléau y est bien moins rapide que dans le Midi, et la lutte contre lui y est mieux dirigée. Si la récolte a été mauvaise cette année, comme quantité et comme qualité, c'est surtout aux conditions climatologiques et non au Phylloxera qu'il faut en attribuer la cause. Le mildew, importé par les vignes américaines, a pris un développement considérable, grâce à l'humidité de l'été, et a ravagé les vignobles du Médoc; à la fin de septembre, en beaucoup d'endroits, les sarments étaient complètement dépouillés de feuilles.

» J'ai visité quelques-uns des grands crus du Médoc et j'y ai constaté les heureux résultats donnés par les insecticides. Au Château-Langon, les taches phylloxériques, traitées à temps par le sulfure de carbone, ont été bien délimitées et sont en pleine voie de reconstitution; on ne reconnaît plus leur présence qu'en examinant attentivement l'état du bois des années précédentes, qui est beaucoup moins vigoureux que celui de cette année. Au Château-Lafite, il existe depuis longtemps un service régulier de recherches pour le Phylloxera. Le sulfure de carbone, employé d'abord, a donné, même à faibles doses, de mauvais résultats : il y a des pièces où la vigne a été entièrement tuée. Cela tient sans doute à la nature argileuse du terrain en certains points et au peu de profondeur du sol. Depuis cinq ans le sulfure de carbone a été remplacé par le sulfocarbonate de potassium à la dose de 60^{gr} pour 32^{lit} d'eau par pied, et les vignes ont repris une belle végétation; les jeunes plantiers de deux et trois ans donnent les plus grandes espérances.

» Enfin j'ai consacré quelque temps à visiter les nouvelles plantations de vignes indigènes en Camargue, dans des terrains sablonneux et dessalés, que l'on submerge chaque année avec les eaux du Rhône. Les terrains en friche font place chaque jour à des vignobles donnant plus de 100^{hlit} à l'hectare et dont la prospérité ne pourra que s'accroître avec le temps. Il y a là une source de richesse pour une région qui jusqu'ici était à peu près stérile, et l'on ne saurait trop encourager les viticulteurs à créer des vignobles dans tous les points du littoral, qui, comme la Camargue, offrent des terrains favorables à la végétation de la vigne et contraires à la propagation du Phylloxera. »

M. A. Marchais adresse une Note relative à un insecticide contre le Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. G. **Cabanellas** adresse une Note sur l'importance des réactions secondaires, dans le fonctionnement des machines dynamo-électriques.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. A. **Chavanon** adresse une Note relative à un nouveau pendule électrique, destiné à supprimer les chocs qui altèrent l'isochronisme des oscillations.

(Commissaires : MM. du Moncel, Bréguet.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre du Commerce** adresse des exemplaires des « Rapports de l'Académie de Médecine sur les vaccinations pratiquées en France, pendant les années 1879 et 1880 ».

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, l'Ouvrage de M. *P. Tacchini* intitulé : « Sull' eclisse totale di Sole del 17 maggio 1882 », etc.; un Volume publié par M. *G. Tissandier,* sous le titre : « Les héros du travail »; un Volume de M. *Hélène,* intitulé : « Les nouvelles routes du Globe », et un Volume de M. *A. Bertillon,* intitulé : « Les races sauvages ».

MÉCANIQUE. — *Sur le pendule.* Note de M. **Lipschitz.**
(Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite.)

« Supposons qu'un corps pesant puisse tourner librement autour d'un axe horizontal; soient

M sa masse;
N son moment d'inertie par rapport à cet axe;
g la force accélératrice de la pesanteur;
Z la distance du centre de gravité à l'axe;
θ l'angle de rotation qui s'évanouit quand le corps est en repos.

» Nous considérerons deux sortes de mouvement du corps.

» La première sera caractérisée par la condition que la vitesse angulaire s'annule pour une valeur quelconque θ_0 de θ; la seconde par la condition que la vitesse angulaire s'annule pour la valeur correspondante $\pi - \theta_0$ de θ. En désignant le temps, pour le premier cas, par t, pour le

second, par t', nous avons respectivement les deux équations

$$\frac{1}{2}N\left(\frac{d\theta}{dt}\right)^2 = ZMg(\cos\theta - \cos\theta_0),$$
$$\frac{1}{2}N\left(\frac{d\theta}{dt'}\right)^2 = ZMg(\cos\theta + \cos\theta_0),$$

dont l'intégration donne les deux expressions du temps par des intégrales elliptiques,

$$t = \sqrt{\frac{ZMg}{N}}\int\frac{d\theta}{\sqrt{2(\cos\theta - \cos\theta_0)}},$$
$$t' = \sqrt{\frac{N}{ZMg}}\int\frac{d\theta}{\sqrt{2(\cos\theta + \cos\theta_0)}}.$$

» Or, à l'aide des substitutions $\frac{\sin\frac{\theta}{2}}{\sin\frac{\theta_0}{2}} = \xi'$ pour une intégrale, et

$$\frac{\sin\frac{'\theta}{2}}{\cos\frac{\theta_0}{2}} = \xi'$$

pour l'autre, les expressions se changent dans celles-ci ·

$$t = \sqrt{\frac{N}{ZMg}}\int\frac{d\xi}{\sqrt{(1-\xi^2)\left(1-\sin^2\frac{\theta_0}{2}\xi^2\right)}};$$
$$t' = \sqrt{\frac{N}{ZMg}}\int\frac{d\xi'}{\sqrt{(1-\xi'^2)\left(1-\cos^2\frac{\theta_0}{2}\xi'^2\right)}}.$$

» On voit ainsi que le temps dans les deux manières de mouvement s'exprime par des intégrales elliptiques de première espèce, dont les modules sont complémentaires. Ayant fait cette observation, j'ai trouvé que les intégrales elliptiques de seconde espèce correspondantes représentent une notion capitale de Mécanique, introduite par Hamilton sous le nom de *force vive accumulee :* cela veut dire l'intégrale dont l'élément est égal à la somme de toutes les forces vives du système, multipliée par l'élément du temps.

» Si nous désignons cette intégrale pour le premier cas par ϖ, pour le

second par w', nous aurons

$$w = \int \mathrm{N}\left(\frac{d\theta}{dt}\right)^2 dt = \sqrt{\mathrm{NZM}g}\int\sqrt{2(\cos\theta - \cos\theta_0)}\, d\theta,$$

$$w' = \int \mathrm{N}\left(\frac{d\theta}{dt'}\right)^2 dt' = \sqrt{\mathrm{NZM}g}\int\sqrt{2(\cos\theta + \cos\theta_0)}\, d\theta.$$

» Ces intégrales sont transformées par les substitutions respectivement mentionnées comme il suit :

$$w = \sqrt{\mathrm{NZM}g}\int\frac{\left(2\sin\frac{\theta_0}{2}\right)^2\sqrt{1-\xi^2}}{\sqrt{1-\sin^2\frac{\theta_0}{2}\xi^2}}\,d\xi,$$

$$w' = \sqrt{\mathrm{NZM}g}\int\frac{\left(2\cos\frac{\theta_0}{2}\right)^2\sqrt{1-\xi'^2}}{\sqrt{1-\cos^2\frac{\theta_0}{2}\xi'^2}}\,d\xi'.$$

» Afin que le corps fixe passe de l'état de repos, où l'angle θ est nul, l'état de la valeur la plus grande de θ, qui est θ_0 pour le premier cas, $\pi - \theta_0$ pour le second, la valeur ξ doit passer de la valeur zéro jusqu'à l'unité, et la variable ξ' de la même manière. Or les valeurs de t, t', w, w', y correspondantes sont exprimées par les intégrales prises par rapport à ξ et ξ' de zéro à l'unité. Nommons les valeurs respectives T, T', W, W', et désignons les intégrales complètes de première et de seconde espèce, correspondant aux modules complémentaires selon l'usage, comme il suit :

$$\int_0^1\frac{d\xi}{\sqrt{(1-\xi^2)\left(1-\sin^2\frac{\theta_0}{2}\xi'^2\right)}} = \mathrm{K}, \qquad \int_0^1\frac{\left(\sin\frac{\theta_0}{2}\right)^2\xi^2\,d\xi}{\sqrt{(1-\xi^2)\left(1-\sin^2\frac{\theta_0}{2}\xi^2\right)}} = \mathrm{T},$$

$$\int_0^1\frac{d\xi'}{\sqrt{(1-\xi'^2)\left(1-\cos^2\frac{\theta_0}{2}\xi'^2\right)}} = \mathrm{K}', \qquad \int_0^1\frac{\left(1-\cos^2\frac{\theta_0}{2}\xi'^2\right)d\xi'}{\sqrt{(1-\xi'^2)\left(1-\cos^2\frac{\theta_0}{2}\xi'^2\right)}} = \mathrm{T}'.$$

» Partant les quantités T, T', W, W' sont représentées ainsi par les intégrales complètes

$$\mathrm{T} = \sqrt{\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{ZM}g}}\mathrm{K}, \quad \mathrm{W} = 4\sqrt{\mathrm{NZM}g}\left(\sin^2\frac{\theta_0}{2}\mathrm{K} - \mathrm{T}\right),$$

$$\mathrm{T}' = \sqrt{\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{ZM}g}}\mathrm{K}', \quad \mathrm{W}' = 4\sqrt{\mathrm{NZM}g}\left(-\sin^2\frac{\theta_0}{2}\mathrm{K}' + \mathrm{T}'\right).$$

» Donc on peut appliquer l'équation de Legendre

$$KT' - TK' = \frac{\pi}{2},$$

et en tirer le théorème de Mécanique

$$TW' + WT' = 2\pi N.$$

» Il me semble bien remarquable que cette expression, formée des quatre quantités T, T', W, W', qui désignent le temps requis à une oscillation et demie, et la force vive accumulée respective à cette durée, pour les deux manières de mouvement du même corps, ait une valeur qui dépende uniquement du moment d'inertie du corps. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Formule pour déterminer combien il y a de nombres premiers n'excédant pas un nombre donné;* par M. **E. de Jonquières.**

« Tant qu'on se propose seulement de savoir plus ou moins approximativement combien il y a de nombres premiers qui n'excèdent pas un nombre donné x, on peut se contenter et il est commode de calculer l'intégrale définie

$$\int_2^x \frac{dx}{\log x},$$

qui a avec le nombre P un lieu asymptotique [encore un peu mystérieux malgré les célèbres recherches de M. Tchebicheff (¹)], je veux dire dont la valeur diffère d'autant moins de ce nombre que x est plus grand.

» Mais, si l'on a besoin de connaître le nombre P avec exactitude, on doit, dans l'état présent de la science arithmétique, se résigner à de très laborieux calculs.

» La formule ci-après, à laquelle je suis parvenu, me paraît marquer un pas en avant vers la solution complète de ces problèmes ardus, en ce qu'elle permet, dans les mêmes conditions, de déterminer P avec précision et d'une façon plus expéditive que par les méthodes employées jusqu'à ce jour. Je la crois nouvelle; du moins, les récents et très intéressants Mémoires de M. Glaisher (²), dans lesquels ce savant paraît avoir réuni, ou

---

(¹) *Journal de Liouville*, t. XVII, année 1852, p. 341 et suiv.

(²) *Proceedings of the Cambridge philosophical Society*, 1876 à 1880.

cité, tout ce qui est actuellement connu sur ce point spécial de la science des nombres, n'en contiennent-ils aucun indice.

Notations. — 1, 2, 3, ..., a, b, ..., p, nombres premiers consécutifs, dont z exprime le nombre, et dont le plus élevé p se rapproche le plus, mais sans l'excéder, de $\sqrt{x}$.

» $\left(\frac{x}{a.b.c...}\right)$, partie *entière* du quotient $\frac{x}{a.b.c...}$ de x par le produit des facteurs a, b, c, ..., pris m à m.

» P, nombre exprimant combien il y a (l'unité comprise) de nombres premiers non supérieurs à x.

» La formule annoncée est la suivante :

$$\text{(A)} \qquad P = z - 1 + x - \sum_{2}^{p}\left(\frac{x}{a}\right) + \sum_{2.3}^{(p-1)p}\left(\frac{x}{ab}\right) - \sum_{2.3.5}^{j.k.p}\left(\frac{x}{a.b.c}\right) + \cdots,$$

ou, plus brièvement,

$$\text{(B)} \qquad P = z - 1 + (-1)^m \sum\left(\frac{x}{2^i.3^{i'}.5^{i''}...a^j.b^k...p^l}\right).$$

Dans la formule (B), les exposants i, i', i'', j, k, l doivent recevoir, alternativement et avec une simultanéité progressive, les valeurs 0 ou 1, de manière à réaliser toutes les combinaisons possibles, mais différentes, des premières puissances des nombres premiers 2, 3, 5, ..., p entre eux, ces nombres étant pris d'abord 0 à 0, puis 1 à 1, 2 à 2, 3 à 3, et ainsi de suite, à l'exclusion toutefois, dans chacune de ces catégories de groupement, de tous les produits qui excèdent x. Quant à l'exposant m, il sera toujours pris égal au nombre des facteurs premiers qui, dans le dénominateur du troisième terme de la formule (B), auront été affectés de l'exposant 1, tandis que ceux qui ont l'exposant 0 n'entreront pas alors en ligne de compte.

» Cette formule est une conséquence simple, directe et rigoureuse, comme il est aisé de s'en assurer :

» 1° De la règle dite *crible d'Eratosthène,* servant à exclure successivement les nombres *composés,* de la série continue des nombres qui n'excèdent pas x;

» 2° De la propriété du *binôme,* consistant en ce que la somme des coefficients de rang pair est égale à celle des coefficients de rang impair, y compris les termes extrêmes.

» Comme conséquence de cette dernière propriété, les radiations doubles,

triples, ..., n^{uples}, qui se présentent fatalement dans le criblage d'Eratosthène, se trouvent écartées par la formule du résultat final, d'elles-mêmes, *a priori* et avec précision, de manière à n'y laisser subsister *qu'une seule fois*, comme cela doit être, chacun des nombres composés qu'il s'agit d'exclure, et qu'elle exclut sans qu'on ait d'ailleurs besoin ni de les connaître, ni d'en faire effectivement le criblage.

» Par exemple, pour $x = 1000$, on a

$$\sqrt{1000} = 31, \quad \ldots, \quad p = 31, \quad z = 12,$$

d'où

$$P = 12 - 1 + 1000 - 1560 + 974 - 279 + 23 = 169.$$

» Les calculs seront abrégés, si l'on néglige les nombres pairs. Il faut alors mettre dans la formule $x' = \frac{x}{2}$ au lieu de x, si x est pair, ou $x' = \frac{x+1}{2}$ s'il est impair, p étant conservé égal à $(\sqrt{x})$, comme ci-dessus. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur un mode de transformation des figures dans l'espace.* Deuxième Note de MM. **Vanecek**, présentée par M. de la Gournerie.

» 9. Supposons que le point a soit un point multiple d'ordre l_1 sur la surface L. Ce point n'est pas un point fondamental.

» Son plan polaire A est un plan multiple d'ordre l_1 et coupe la courbe M en m points dont les plans polaires coupent A en m droites M. Chacune de ces droites perce la surface P en p points. Les plans polaires de ces points coupent les droites M aux points cherchés. Nous voyons que :

» *Un point multiple a d'ordre l_1 d'une surface* L *se transforme en mp points multiples d'ordre l_1 de la surface dérivée, qui sont situés p à p sur m droites dans le plan polaire du point a.*

» Le même cas se présente pour un point multiple d'ordre p_1 sur la surface P. Nous trouvons lp points multiples d'ordre m_1 situés p à p sur m droites d'un plan.

» 10. Le point a est un point fondamental multiple d'ordre l_1 sur la surface L.

» Son plan polaire A passe par ce point et de même les droites M. Tous les points dérivés coïncident au point a. De là il suit :

» *Un point fondamental a de la surface* L, *étant un point multiple d'ordre l_1*

de cette surface, se transforme en le même point a qui est un nœud d'ordre l_1 et dans lequel se touchent mp manteaux de la surface dérivée R, *c'est-à-dire qu'il est un point multiple d'ordre $l_1 mp$ sur* R.

» Le point a faisant une partie de la courbe d'intersection de la surface L avec la surface fondamentale, l'autre partie, la courbe L, est après la transformation une ligne multiple d'ordre $(2l - l_1)mp$ sur la surface R.

» **11.** *Un point simple a commun aux surfaces* L, P *se transforme en lmp points simples qui se trouvent $(l+p)$ à $(l+p)$ sur m droites situées dans le plan polaire du point donné a.*

» **12.** Supposons que les surfaces L, P ont un point a commun qui est un point multiple d'ordre l_1 sur L et d'ordre p_1 sur P.

» Transformons ce point comme appartenant à la surface L par rapport à la surface P, et *vice versâ;* nous parviendrons à ce théorème :

» *Un point a qui est sur L un point multiple d'ordre l_1 et sur P d'ordre p_1 se transforme en mp points multiples d'ordre l_1 et en lm points multiples d'ordre p_1. Tous ces points se trouvent sur m droites du plan polaire du point a. Les points l_1 sont groupés p à p et les points p_1 sont l à l sur ces droites.*

» **13.** Supposons que le point a du cas précédent vienne d'être placé sur la surface fondamentale, toutes les autres conditions étant les mêmes.

» En considérant le point a comme point multiple d'ordre l_1, son plan polaire A est aussi multiple d'ordre l_1 et coupe la courbe M en m points dont les plans polaires passent tous par le point a, et par conséquent de même les droites M situées dans le plan A et étant les droites multiples d'ordres l_1. Chacune de ces droites perce la surface P en $(p - p_1)$ points distincts du point a. Ces points fournissent le même point a, qui est par conséquent un point multiple d'ordre $l_1 m(p - p_1)$ par rapport à la surface P.

» En transformant le point a par rapport à la surface L, nous obtenons le point a comme point multiple d'ordre $mp_1(l - l_1)$ sur la surface R.

» Chaque droite M perce la surface P encore au point a qui est un point multiple d'ordre p_1 sur P. Son plan polaire A contient toutes les droites M. Ces lignes sont alors, par rapport aux surfaces L, P, les droites multiples d'ordre $l_1 p_1$.

» De là résulte que :

» *Le point fondamental a_1, étant un point multiple d'ordre l_1 sur la surface* L *et d'ordre p_1 sur la surface* P, *se transforme en le même point a qui est un point d'ordre*

$$l_1 m(p - p_1) \times mp(l - l_1),$$

et m droites multiples d'ordre $l_1 p_1$ de la surface R, *ces droites étant placées dans le plan polaire du point donné a.*

» 14. Considérons un point m de la courbe M. Son plan polaire M coupe la surface L en une courbe L, la surface P en une courbe P et la surface fondamentale F en une conique F.

» Le plan polaire L d'un point l de la courbe L passe par le point m et coupe le plan M en une droite L qui est une droite polaire du point l par rapport à la conique F. La droite L coupe la courbe P en p points p dont les plans polaires passent tous par le point m et coupent le plan M en p droites P qui sont les droites polaires des points p par rapport à la conique F. Les droites P coupent la droite L aux points de la surface dérivée.

» Ce qui prouve que les points ainsi déterminés de la surface R sont les points d'une courbe R plane que nous obtenons en transformant la courbe L par rapport à la courbe P comme directrice et par rapport à la conique F comme la courbe fondamentale.

» Nous voyons que la courbe d'intersection du plan M avec la surface dérivée R se décompose en deux parties, dont l'une est une courbe d'ordre $2lp$ qui a les points d'intersection de la courbe L avec la conique fondamentale F pour points multiples d'ordre p et les points d'intersection de la conique F avec la courbe P pour points multiples d'ordre l. Le lieu du plan M est une surface développable, la surface polaire réciproque de la courbe M.

» De là résulte que :

» *Les plans de la surface polaire réciproque de la courbe* M *coupent la surface dérivée* R *en des courbes qui se décomposent en deux parties, dont l'une est toujours d'ordre* $2lp$.

» Quand la courbe M a un point multiple d'ordre m_1, son plan polaire M coupe la surface R en une ligne dont une partie est une courbe d'ordre $2lp$, qui est une ligne multiple d'ordre m_1 sur la surface R.

» La courbe M coupe la courbe d'intersection de la surface L avec la surface fondamentale F en un point a.

» Ce point a se transforme comme suit : Son plan polaire A touche la surface fondamentale en ce point et coupe la courbe M en $(m-1)$ points distincts du point a. Ces points déterminent la multiplicité du point a sur la courbe d'intersection de la surface L avec la surface fondamentale.

» Le $m^{\text{ième}}$ point a d'intersection du plan A avec la courbe M a pour plan polaire le même plan A qui coupe la surface P en la courbe P du $p^{\text{ième}}$ ordre.

» Considérons un point p de cette ligne. Son plan polaire passe par a et coupe la courbe M aux $(m-1)$ points, qui ne fournissent aucune singularité, et au point a dont le plan polaire est le plan A. Ces deux plans se coupent en une droite D qui passe par conséquent par le point a.

» Joignons ce point au point p par une droite qui coupe la courbe P en p points, dont les plans polaires passent tous par la droite D qui est par conséquent une droite multiple d'ordre p. Enfin faisons tourner la droite ap autour du point a. A chacune de ses positions correspond une autre droite D dont le lieu est le plan A. Cela prouve que ce plan est un plan multiple d'ordre p et qu'il appartient en même temps à la courbe d'intersection de la surface L avec F et au nœud de la surface R au point a.

» Donc :

» *Un point a fondamental commun à la surface* L *et à la courbe M se transforme en le même point multiple d'ordre* $p[2(l-1)+m]$ *et en un plan* A *multiple d'ordre p tangent au point a à la surface fondamentale. La surface* R *est d'ordre* $p(4lm-1)$.

» 28. Si l'on suppose que les surfaces L, P passent par un point fondamental a de la courbe M, on obtiendra le théorème suivant :

» *La surface dérivée des surfaces* L, P *qui passent par un point fondamental a de la courbe M a en ce point un plan multiple d'ordre* $(l+p-1)$. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la transmission d'une pression oblique, de la surface à l'intérieur, dans un solide isotrope et homogène en équilibre.* Note de M. **J. Boussinesq**, présentée par M. de Saint-Venant.

« Les formules (4) et (5) de la Note que j'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie dans la dernière séance (*Comptes rendus*, p. 1052) [1] permettent de généraliser, pour le cas d'efforts quelconques exercés en un point de la

(1) J'ai dû, pour abréger, supprimer de cette Note quelques indications utiles, qu'on me permettra de résumer ici : 1° les formules (5) concernent le cas où des pressions données, exclusivement tangentielles, s'exercent à la surface; car les valeurs obtenues pour φ et φ_1 y donnent, à la limite $z=0$, $p_x=-\Psi'''_x$, $p_y=-\Psi'''_y$, $p_z=0$; 2° les expressions (5) de u, v, w ne dépendent de Ψ_x et de Ψ_y que par leurs dérivées en x et en y; d'où il résulte qu'elles sont, sous les signes $\int$, algébriques et homogènes du degré -1 en $x-x_1$, $y-y_1$, z, ε, tout comme les expressions (4) de u, v, w, tandis que les expressions (3), de même algébriques et homogènes sous les signes $\int$, sont du degré -2; 3° il suit de là que, lorsque les quantités données relatives à la surface, savoir p_x, p_y, p_z dans un cas et u, v, w dans l'autre, sont nulles en dehors de régions restreintes, la condition de l'évanouissement asymptotique de u, v, w aux grandes distances, qui achève alors de déterminer le problème,

surface d'un solide, une loi que j'ai démontrée, le 7 novembre 1881 (*Comptes rendus*, t. XCIII, p. 703), au sujet de la transmission d'une pression normale isolée, à partir de cette surface, sur les couches de matière intérieures, de plus en plus profondes, qui lui sont parallèles.

» Superposons d'abord les valeurs (4) et (5) des composantes p_x, p_y, p_z de la pression exercée sur les éléments plans parallèles à la surface, afin d'obtenir leurs expressions pour le cas général où la surface est sollicitée par des actions quelconques; et, vu les relations (7), nous aurons presque immédiatement la triple formule

$$(1)\quad (p_x, p_y, p_z) = z\frac{d}{d(x,y,z)}\left(\frac{d^3\Psi_x}{dx\,dz^2}+\frac{d^3\Psi_y}{dy\,dz^2}+\frac{d^2\psi}{dz^2}\right)-\frac{d}{dz}\left(\frac{d^2\Psi_x}{dz^2}, \frac{d^2\Psi_y}{dz^2}, \frac{d\psi}{dz}\right).$$

Si, en particulier, la force extérieure se réduit à une pression élémentaire, ayant des composantes données $d\mathrm{A}$, $d\mathrm{B}$, $d\mathrm{C}$ et appliquée à un élément de la surface situé à l'origine des coordonnées, les dérivées $\frac{d^2\Psi_x}{dz^2}$, $\frac{d^2\Psi_y}{dz^2}$, $\frac{d\psi}{dz}$ vaudront respectivement $\frac{d\mathrm{A}}{2\pi r}$, $\frac{d\mathrm{B}}{2\pi r}$, $\frac{d\mathrm{C}}{2\pi r}$, avec $r=\sqrt{x^2+y^2+z^2}$. Il viendra donc, en effectuant une différentiation de plus,

$$(p_x, p_y, p_z) = -\frac{z}{2\pi}\frac{d}{d(x,y,z)}\frac{x\,d\mathrm{A}+y\,d\mathrm{B}+z\,d\mathrm{C}}{r^3}+\frac{z}{2\pi}\frac{(d\mathrm{A}, d\mathrm{B}, d\mathrm{C})}{r^3};$$

et, finalement,

$$(2)\quad \left\{\begin{aligned}(p_x, p_y, p_z) &= -\frac{z}{2\pi}\frac{d}{dr}\left(\frac{x\,d\mathrm{A}+y\,d\mathrm{B}+z\,d\mathrm{C}}{r^3}\right)\frac{dr}{d(x,y,z)}\\ &= \frac{3z}{2\pi r^3}\left(\frac{x}{r}d\mathrm{A}+\frac{y}{r}d\mathrm{B}+\frac{z}{r}d\mathrm{C}\right)\frac{(x,y,z)}{r}.\end{aligned}\right.$$

Comme $\frac{(x,y,z)}{r}$ sont les trois cosinus directeurs du rayon r émané de l'origine, on voit que la pression exercée en (x, y, z) sur un élément plan parallèle à la surface est dirigée précisément dans le sens de ce rayon, et qu'elle a pour valeur $\frac{3z}{2\pi r^3}\left(\frac{x}{r}d\mathrm{A}+\frac{y}{r}d\mathrm{B}+\frac{z}{r}d\mathrm{C}\right)$, où le trinôme entre parenthèses exprime évidemment la projection, sur ce même rayon r, de la force donnée, définie par ses trois composantes $d\mathrm{A}$, $d\mathrm{B}$, $d\mathrm{C}$. On peut donc énoncer la loi suivante :

---

est bien satisfaite; 4° enfin, cet évanouissement est incomparablement plus rapide dans le second cas que dans le premier; ce qui indique que, lorsque u, v, w s'annulent à la surface en dehors des régions limitées, les forces sollicitant la surface se font équilibre à elles seules.

» *Toute action extérieure exercée en un point de la surface d'un solide se transmet à l'intérieur, sur les couches matérielles parallèles à la surface, sous la forme de pressions dirigées exactement à l'opposé de ce point, et qui sont, d'une part, proportionnelles à la composante, suivant leur propre sens, de la force extérieure donnée, d'autre part, en raison inverse du carré de la distance* $\imath$ *au même point d'application et en raison directe du rapport de la profondeur* z *de la couche à cette distance* $\imath$.

» Il est aisé de vérifier que la pression extérieure donnée se transmet intégralement d'une couche à la suivante, ou, autrement dit, que les trois composantes totales, $\int(p_x, p_y, p_z)d\sigma$, de l'action supportée par toute la surface σ d'une couche quelconque, ont respectivement les valeurs dA, dB, dC. Substituons, en effet, dans ces intégrales, à p_x, p_y, p_z leurs valeurs (2), et observons que les termes contenant x ou y au premier degré donnent des éléments de signes contraires, qui s'entre-détruisent. Il vient, pour les trois composantes, les produits respectifs de dA, dB, dC par les trois intégrales $\frac{3z}{2\pi}\int\frac{x^2 d\sigma}{\imath^5}$, $\frac{3z}{2\pi}\int\frac{y^2 d\sigma}{\imath^5}$, $\frac{3z}{2\pi}\int\frac{z^2 d\sigma}{\imath^5}$. Or les deux premières sont évidemment égales entre elles et moitié de leur somme

$$\frac{3z}{2\pi}\int\frac{(x^2+y^2)d\sigma}{\imath^5} = \frac{3z}{2\pi}\int\frac{(\imath^2-z^2)d\sigma}{\imath^5} = \frac{3z}{2\pi}\int\left(\frac{d\sigma}{\imath^3} - z^2\frac{d\sigma}{\imath^5}\right);$$

et il suffit de vérifier si les deux intégrales $\frac{3z}{4\pi}\int\left(\frac{d\sigma}{\imath^3} - z^2\frac{d\sigma}{\imath^5}\right)$, $\frac{3z^3}{2\pi}\int\frac{d\sigma}{\imath^5}$ ont pour valeur l'unité. C'est ce qu'on fait, sans difficulté, en prenant pour élément de la surface σ une couronne élémentaire

$$2\pi R\,dR = 2\pi\imath\,d\imath,$$

où le rayon intérieur R égale $\sqrt{\imath^2 - z^2}$, puis en intégrant de $\imath = z$ à $\imath = \infty$; ce qui revient bien à faire varier R de zéro à l'infini.

» Parmi d'autres conséquences intéressantes qu'on peut tirer des formules (5) de ma dernière Note, je me contenterai de signaler la suivante. Supposons qu'on n'ait appliqué à la surface qu'une action tangentielle élémentaire dT s'exerçant suivant l'axe des x sur un élément $d\sigma$ situé à l'origine, cas où l'on a

$$\Psi_x = \frac{dT}{2\pi}[-\imath + z\log(z+\imath)], \quad \Psi_y = 0, \quad \imath = \sqrt{x^2+y^2+z^2},$$

$$\varphi = \frac{d\Psi_x}{dx} = -\frac{dT}{2\pi}\frac{x}{z+\imath};$$

et proposons-nous d'étudier la forme prise par la surface du corps, alors qu'elle a acquis de petites ordonnées w. L'expression (5) de w, spécifiée pour $z=0$, étant $\frac{1}{2(\lambda+\mu)}\frac{d\varphi}{dz}$, la surface libre déformée aura sensiblement pour équation

$$w \text{ ou } z = \frac{d\mathrm{T}}{4\pi(\lambda+\mu)}\frac{x}{\iota^2} = \frac{d\mathrm{T}}{4\pi(\lambda+\mu)}\frac{x}{x^2+y^2}.$$

On voit que chaque circonférence, de rayon ι, décrite sur la surface autour du point d'application de la force $d\mathrm{T}$ comme centre, reste tout entière, après les déformations, dans un même plan, qui a seulement tourné, autour du diamètre perpendiculaire à la force, de l'angle $\frac{z}{x} = \frac{d\mathrm{T}}{4\pi(\lambda+\mu)\iota^2}$. Les lignes de niveau, $z=$ const., de la surface déformée sont, en projection sur leur plan primitif, des cercles menés par l'origine et ayant leurs centres sur la ligne d'application de la force; d'où il suit que les lignes de plus grande pente sont des cercles analogues, mais ayant leurs centres sur l'axe perpendiculaire des y. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *De l'effet de l'huile pour calmer l'agitation de la mer.* Note de M. l'amiral **Bourgois**.

« L'influence exercée par l'huile répandue à la surface de la mer pour en calmer l'agitation semble occuper aujourd'hui l'attention. Le principe n'en est guère contestable; mais les résultats pratiques qui peuvent en découler sont l'objet de doutes sérieux que les faits récemment annoncés ne dissipent pas complètement. Les témoins de ces faits omettent généralement de préciser la nature de l'agitation que l'huile aurait calmée. Il y a cependant une distinction à établir entre les deux phénomènes dont la superposition constitue la vague ou la lame.

» Le premier et le plus important, parce qu'il agite les eaux à une grande profondeur, est le mouvement orbitaire des molécules liquides d'où résulte la succession des ondes qui frappe nos yeux; mouvement produit par l'effort prolongé du vent et qui souvent se propage à de très grandes distances des parages où le vent a soufflé et se continue longtemps après qu'il a cessé.

» Le second de ces phénomènes est le mouvement de translation horizontale des particules de la surface liquide, lorsqu'elles arrivent à la crête des lames, s'y désagrègent sous l'effort du vent et prennent par leur mé-

lange avec l'air la couleur blanchâtre de l'écume. Elles retombent ensuite en avant de la crête sous formes de volutes dont les dimensions sont en rapport avec la force du vent et la grosseur des lames. Le même phénomène s'observe encore, en l'absence du vent, lorsque la houle du large vient se briser sur une plage; seulement il a une autre cause, le retard de la partie inférieure de l'ondulation dû à son frottement sur le fond.

» Lorsque, le vent ayant cessé, le premier phénomène se produit seul, c'est la *houle* qui soulève les gros navires comme les frêles embarcations en les faisant rouler, mais qui n'est dangereuse que pour les obstacles fixes, comme les digues et les jetées contre lesquelles elle vient se heurter.

» Aucun des faits récemment cités ne paraît prouver une action sensible de l'huile répandue à la surface de la mer sur ces ondulations, et peut-être eût-il été prudent d'attendre que l'expérience ait montré la réalité de cette action avant de chercher à l'expliquer par le calcul.

» Le second phénomène constitue le *brisant*. On l'observe en haute mer dès que la brise commence à souffler. Il devient plus marqué à mesure qu'elle fraîchit. Les embarcations le redoutent au large et aux abords des plages lorsque sa volute menace de les remplir. Les grands bâtiments peuvent en recevoir des chocs dangereux appelés *coups de mer*; surtout s'ils ne sont pas protégés par leur dérive, qui, en labourant la mer, amortit les brisants tout en laissant subsister la houle.

» Il est incontestable que la présence de l'huile ou de toute autre substance visqueuse à la surface de la mer peut empêcher les particules liquides de se désagréger sous l'influence du vent, et, par conséquent, de former le *brisant*. Un fait observé fréquemment par les marins sous les tropiques en fournit une preuve irrécusable. La nuit, la phosphorescence des eaux y révèle souvent la présence de grandes masses de substances organiques, d'animalcules, qui donnent à ces eaux une cohésion plus grande et s'opposent ainsi à la désagrégation des particules de leur surface. Alors le sillage, lumineux pendant la nuit, ne produit plus guère d'écume blanchâtre pendant le jour. Les vagues aussi perdent leurs brisants, et le bâtiment, quelle que soit sa vitesse, glisse sur la mer sans presque laisser de traces de son passage pendant le jour.

» La présence d'une matière huileuse à la surface de la mer a donc un effet certain pour empêcher, non la formation des vagues, mais celle de leurs brisants.

» Dans quelle mesure cette propriété peut-elle être utilisée dans l'intérêt des navigateurs? C'est ce que l'expérience n'a pas encore appris. En tout

cas, pour qu'elle soit fructueuse, il est indispensable que les expérimentateurs observent et fassent clairement connaître la nature de l'agitation calmée, l'onde ou le brisant.

» La première défiera peut-être toujours leurs efforts. La seconde semble moins difficile à maîtriser, et la nature dans le vaste laboratoire des mers tropicales en fournit une preuve convaincante. »

ÉLECTRICITÉ. — *Méthode pour la détermination de l'ohm, fondée sur l'induction par le déplacement d'un aimant*. Note de M. G. LIPPMANN, présentée par M. Jamin.

« On peut imaginer autant de méthodes distinctes pour la détermination de l'ohm qu'il y a de manières différentes de faire naître une force électromotrice d'induction. La méthode suivante est fondée sur l'induction produite dans un circuit par le déplacement d'un aimant; elle est d'une exécution mécanique facile, parce qu'elle n'exige que le déplacement d'un barreau de quelques centimètres de longueur; de plus, elle se prête mieux que les trois méthodes que j'ai précédemment indiquées à être mise en œuvre dans un laboratoire non exempt de perturbations magnétiques.

» Un petit barreau aimanté, de moment magnétique m, tourne avec une vitesse uniforme de n tours par seconde autour d'un axe perpendiculaire à sa ligne des pôles; ce mouvement engendre dans un circuit voisin E une force électromotrice variable dont la valeur maxima est

$$(1) \qquad e = 2\pi n m K,$$

K étant une constante de l'appareil.

» D'autre part, les extrémités du circuit induit E peuvent être mises en communication avec les extrémités de la colonne de mercure ou de la résistance r que l'on veut déterminer. On fait passer, à travers la résistance r, un courant d'intensité i, mesuré par la déviation d'une boussole des tangentes T. On a donc

$$(2) \qquad i = K'H \tang\alpha,$$

K' étant la constante de la boussole et H étant la résultante horizontale de toutes les actions magnétiques qui s'exercent au point où se trouve l'aiguille de la boussole. Si l'on règle l'intensité i de façon que l'on ait $e = ri$, il s'ensuit que l'on a

$$(3) \qquad r = \frac{2\pi n m K}{K'H \tang\alpha}.$$

» On s'assure de l'égalité $e = ri$ en plaçant dans le circuit induit un galvanomètre sensible G, qui devra rester au zéro. L'axe qui porte l'aimant porte aussi un contact mobile qui ferme le circuit induit au moment seulement où e passe par sa valeur maxima.

» Dans le second membre de l'équation (3), tous les termes sont connus : n et α sont donnés par l'observation ; le rapport $\frac{m}{H}$ s'obtient par une mesure de déviation faite à la manière de Gauss ; K et K' sont trouvés par le calcul.

On sait calculer la constante K' d'une boussole des tangentes. Quant à la constante K, on peut l'obtenir exactement de la même manière : il suffit, en effet, de disposer l'appareil E comme une boussole des tangentes, en donnant à la bobine induite un rayon considérable par rapport à la longueur du barreau placé au centre.

» En exécutant le calcul numérique de ces diverses quantités pour des dimensions données et facilement réalisables de l'appareil, on voit que cette méthode se prête à la construction d'un étalon de 1 à 5 ohms de résistance, avec une erreur relative qui paraît inférieure à un millième. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'induction terrestre des planètes et, en particulier, sur celle de Jupiter.* Note de M. **Quet**.

Les forces d'induction produites sur les électricités de la Terre en vertu de la rotation des diverses planètes et du Soleil autour de leurs axes sont, toutes choses égales d'ailleurs, en raison inverse des carrés des distances à la Terre et en raison directe des volumes des corps inducteurs, de leurs vitesses angulaires de rotation et de leurs pouvoirs magnétiques.

« Le globe terrestre contient du fer; il en est de même du Soleil, comme le montre l'analyse de sa lumière. Les météorites venues des diverses régions du ciel et tombées sur la Terre en renferment aussi, car, sur les 233 échantillons que possédait le Muséum à la fin de 1869, 70 sont presque uniquement formés de fer et 159 en contiennent des proportions diverses; les quatre échantillons qui n'ont pas de fer métallique ont cependant de l'oxyde et du sulfure de fer magnétiques. Il n'y a donc pas beaucoup de témérité à supposer que les corps solides qui circulent autour du Soleil, en particulier les planètes, ont généralement du fer dans leur composition. Ainsi les corps célestes que je viens d'indiquer auraient chacun un moment et un axe magnétiques, et ils seraient capables d'agir par induction sur les électricités de la Terre. Toutefois, on pourrait craindre

que cette action ne fût insensible en raison de l'énorme distance, si les planètes n'étaient pas douées de pouvoirs magnétiques excessivement grands. C'est pour examiner cette question que j'ai établi la proposition énoncée plus haut; avec son aide j'ai dressé le Tableau suivant, où les pouvoirs magnétiques sont supposés égaux à celui du Soleil et où l'on a adopté les plus courtes distances à la Terre.

Soleil.	Jupiter.	Saturne.	Vénus.	Mars.	Mercure.
1	0,0035	0,0005	0,00025	0,000011	0,00000025

» Ce Tableau montre qu'à égalité de pouvoirs magnétiques ce serait la planète Jupiter qui, après le Soleil, exercerait la plus forte induction sur la Terre : elle devrait ce rang à son grand volume et à sa grande rapidité de rotation; toutefois son action serait très faible par rapport à celle du Soleil, mais il n'en serait plus de même si son pouvoir magnétique était, par exemple, au moins dix fois plus grand que celui de l'astre; on pourrait alors, en effet, démêler, dans les variations des boussoles terrestres, quelques-unes des principales périodes qui se rapportent à la planète. Si l'observation conduisait à des résultats appréciables et justifiait ainsi la généralisation que j'ai proposée, on pourrait ensuite, bien qu'avec moins de chances de succès, chercher à reconnaître dans les mouvements de l'aiguille aimantée les périodes propres à Saturne et à Vénus. La boussole qui permet de mesurer la vitesse avec laquelle l'axe magnétique du Soleil tourne autour de l'axe de rotation, ou la vitesse du corps même de l'astre, si l'axe magnétique n'y a pas un mouvement propre analogue à celui de l'axe magnétique de la Terre, pourrait nous apprendre, dans certaines limites, jusqu'à quel point une planète est riche en fer ou en substances magnétiques et courants électriques équivalents.

» D'après les formules générales que j'ai démontrées dans les *Comptes rendus* du 2 décembre 1878, les composantes rectangulaires X, Y, Z de la force d'induction F exercée sur la Terre par une planète, en vertu de sa rotation, ont les expressions suivantes :

$$X = \frac{KMN}{2R^2}[e(\cos u - 3hh') + 2\lambda' h],$$

$$Y = \frac{KMN}{2R^2}[f(\cos u - 3hh') + 2\mu' h],$$

$$Z = \frac{KMN}{2R^2}[g(\cos u - 3hh') + 2\nu' h].$$

M est le moment magnétique de la planète, N sa vitesse angulaire de rota-

tion, u l'angle que l'axe magnétique fait avec l'axe de rotation, h, h' les cosinus des angles que ces deux axes font avec la direction du rayon vecteur R mené du centre de la Terre au centre de la planète, e, f, g et λ', μ', ν' les cosinus des angles que les mêmes axes font avec les axes des coordonnées. k est une constante qui dépend des unités choisies pour mesurer les quantités.

» Si l'on donne l'indice 1 aux quantités qui sont analogues aux précédentes et se rapportent à l'action inductrice du Soleil sur la Terre, on a

$$X_1 = \frac{KM_1N_1}{2R_1^2}[e_1(\cos u_1 - 3h_1h'_1) + 2\lambda'_1 h_1],$$
$$Y_1 = \frac{KM_1N_1}{2R_1^2}[f_1(\cos u_1 - 3h_1h'_1) + 2\mu'_1 h_1],$$
$$Z_1 = \frac{KM_1N_1}{2R_1^2}[g_1(\cos u_1 - 3h_1h'_1) + 2\nu'_1 h_1].$$

» Si l'on compare la planète au Soleil, en supposant que les rayons vecteurs menés de la Terre ont la même direction, que les deux axes magnétiques sont parallèles et qu'il en soit de même des axes de rotation, dans ces conditions de simplicité, on tire des formules précédentes ces équations

$$\frac{X}{X_1} = \frac{Y}{Y_1} = \frac{Z}{Z_1} = \frac{F}{F_1} = \frac{MNR_1^2}{M_1N_1R^2}.$$

» Si l'on désigne par V et V_1 les volumes de la planète et du Soleil, et par p et p_1 les pouvoirs magnétiques de ses corps, on déduit des équations que l'on vient d'écrire

$$\frac{F}{F_1} = \frac{R_1^2}{R^2}\frac{V}{V_1}\frac{N}{N_1}\frac{p}{p_1}.$$

» Cette formule contient la proposition que j'ai indiquée et qui a servi pour calculer les nombres du Tableau que j'ai donné.

» Si l'on voulait comparer les forces d'induction en considérant les corps tels qu'ils sont au bout d'un temps quelconque t, on aurait

$$\frac{F}{F_1} = \frac{R_1^2 VNp}{R^2V_1N_1p_1}\sqrt{\frac{\cos^2 u - 3h^2h'^2 - 2hh'\cos u + 4h^2}{\cos^2 u_1 - 3h_1^2h_1'^2 - 2h_1h'_1\cos u_1 + 4h_1^2}}.$$

Le rapport des deux forces varie avec le temps, et à travers ces variations on ne se formerait pas facilement une idée suffisamment nette de la puissance relative des deux corps au point de vue de leur induction sur la Terre.

» Cette formule montre que, pour avoir la proposition énoncée, il suffit que l'on ait

$$u = u_1, \quad h = h_1, \quad k' = h'_1.$$

Les conditions indiquées ci-dessus ont aussi pour objet de donner la même direction aux deux forces. »

PHYSIQUE. — *Sur les courants produits par les nitrates en fusion ignée, au contact du charbon porté au rouge.* Deuxième Note de M. **Brard**. (Extrait.)

« Dans une première Note, que j'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie le 13 novembre dernier, j'ai indiqué le résultat de mes expériences sur les propriétés des nitrates en contact avec les charbons incandescents.

» Pour mettre à profit ces propriétés, j'ai entrepris une première série de recherches destinées à obtenir un *combustible spécial*, qui, brûlant dans un *foyer quelconque*, pût produire directement de la chaleur et de l'électricité. Dans une autre série de recherches, je me suis proposé, au contraire, de réaliser un *foyer spécial* dans lequel ces deux agents physiques pussent être engendrés avec un *combustible quelconque*.

1° *Combustible électrogène*. — La première tentative que j'ai faite dans ce sens a été la fabrication d'un petit instrument que je nomme *bougie électrogène*. Cette bougie était constituée par un aggloméré de poussière de houille, agglutinée à l'aide de mélasse dans un moule où elle était comprimée avec des fils métalliques : ces fils, sortant à l'une des extrémités du petit cylindre de charbon, y formaient le pôle négatif. Cet aggloméré était ensuite enveloppé d'une feuille mince de papier d'amiante, recouverte elle-même de nouveaux fils de cuivre destinés à constituer le pôle positif. Puis, le tout était trempé vivement et à plusieurs reprises dans un bain de nitrate en fusion, jusqu'à ce qu'une couche de 5 à 6 millimètres y adhérât.

» L'appareil ainsi construit affectait l'apparence grossière d'une bougie, dont le charbon constituait la mèche et le nitrate remplaçait la cire. En reliant par un galvanomètre les deux pôles de cette pile, et en portant au rouge le charbon, on constatait une déviation énergique de l'aiguille : la déviation persistait pendant toute la durée de la combustion, avec des oscillations brusques indiquant de grandes variations d'intensité. Une fois allumé, le charbon continuait ordinairement à brûler seul, mais en fusant vivement, et en donnant une flamme d'un grand éclat.

» Cependant, cette bougie brûlait vite; le nitrate pur, qui fondait au

contact du charbon incandescent, l'attaquait trop énergiquement; la périphérie du charbon, avant que le centre fût brûlé, se recouvrait d'une croûte de sel réfractaire qui nuisait à la continuité de l'action chimique; de plus, les fils conducteurs logés dans le nitrate y étaient plus ou moins altérés par la vivacité de la combustion. Toutes ces causes réunies expliquaient la variation d'intensité du courant. Pour faire de cette bougie une source régulière d'électricité et de chaleur, il était nécessaire de les faire disparaître en atténuant l'énergie comburante du nitrate. J'y suis parvenu en mélangeant à ce sel un corps inerte, un carbonate quelconque et particulièrement la cendre ordinaire, que j'introduis dans le bain de nitrate, dans la proportion de 2 parties de cendres pour 1 partie de sel. Dans ces conditions, le charbon brûle régulièrement, il ne s'encroûte plus et ne fuse plus au contact du mélange. Le courant acquiert une constance remarquable.

» Ce résultat acquis, il devenait possible de réaliser un véritable combustible électrogène. La *briquette-pile*, que j'ai construite sur ce principe, est un aggloméré de charbon ordinaire, sur lequel repose une tablette d'un mélange de nitrate et de cendres, dans les proportions que je viens d'indiquer, et que sépare une feuille mince de papier d'amiante. Les pôles de cet élément sont constitués par des tiges métalliques, qui traversent le charbon et le nitrate et sortent à une des extrémités de l'aggloméré. Si l'on introduit une de ces briquettes dans le feu, par le bout opposé à ses pôles, le charbon rougit, le nitrate fond et le courant s'établit, d'abord faible, puis de plus en plus intense, jusqu'à ce qu'il ait atteint un maximum de débit qui se maintient constant tant que l'intensité de la combustion dans le foyer se maintient elle-même constante [1].

» Une de ces briquettes actionne facilement une sonnerie trembleuse; deux briquettes, associées en tension, décomposent l'eau.

» J'espère pouvoir encore améliorer le rendement de cette pile, dont les échantillons, produits jusqu'ici à la main dans le laboratoire, sont encore grossiers. C'est ainsi que j'espère en augmenter la force électromotrice,

---

(1) Une petite briquette de $0^{m},15$ de longueur sur $0^{m},03$ de largeur et d'épaisseur, pesant 220^{gr}, dont 120^{gr} de charbon, 35^{gr} de nitrate de potasse et 65^{gr} de cendres, brûle pendant près de deux heures, donnant pendant tout ce temps de la chaleur et un courant électrique dont la force électromotrice, mesurée à diverses reprises, a varié, avec l'intensité de la combustion, depuis $0^{volt},90$ jusqu'à $1^{volt},20$, et la résistance de $1^{ohm},20$ à $0^{ohm},80$; la résistance de ce même élément a été trouvée à froid de 104500^{ohms}.

en mélangeant aux nitrates des chlorates, dont le pouvoir oxydant est supérieur à celui des nitrates, et en diminuer la résistance en supprimant la cloison d'amiante que la résistance considérable du charbon noir me paraît rendre inutile.

» 2° *Foyer électrogène.* — Les essais que j'ai tentés pour réaliser un foyer produisant directement de la chaleur et de l'électricité avec un combustible quelconque n'ont point encore abouti complètement, à cause des difficultés que j'ai rencontrées pour en isoler les éléments. Toutefois, les résultats que j'ai déjà obtenus suffisent à démontrer que le but que je poursuis de ce côté peut être atteint.

» On peut concevoir, en effet, disposé au-dessus d'un foyer, un réservoir central, contenant le nitrate qui y est maintenu en fusion, et laissant écouler ce liquide d'une manière continue et uniforme sur des grilles inclinées aménagées pour cet usage. Sur ces grilles repose le charbon d'une série de petits foyers isolés, convergeant autour d'un centre commun. La construction de ces foyers est telle, que la combustion n'y est possible que sur un espace restreint, près de la grille qui en ferme l'extrémité inférieure. Il en résulte que la combustion du charbon dans chacun de ces foyers se fait précisément au point où le nitrate liquéfié s'écoule. Des conducteurs ou barres métalliques traversent le charbon dans chaque foyer et s'avancent à la rencontre de la grille à nitrate, dont ils se rapprochent le plus possible sans cependant la toucher.

» Le fonctionnement d'un semblable appareil s'explique aisément : le charbon incandescent et le nitrate liquéfié s'y rencontrent dans les conditions voulues pour donner naissance à un courant continu, chaque petit foyer constituant ainsi un couple dont la grille à nitrate forme le pôle positif et les barreaux traversant le charbon le pôle négatif. Les appareils que j'ai déjà fait construire sur ce principe m'ont démontré qu'il en est réellement ainsi. Mais, malgré toutes les précautions prises, je n'ai pu éviter des pertes de courants considérables par dérivation, ce qui m'a mis jusqu'ici dans l'impossibilité d'obtenir avec ces instruments des courants de tension. »

CHIMIE. — *Sur une méthode de transformation du phosphate tricalcique en composés chlorés du phosphore.* Note de M. **J. Riban**, présentée par M. Berthelot.

« On sait que le phosphate tricalcique est irréductible par le charbon; mais il se réduit au rouge, suivant M. Cary-Montrand, sous l'influence

simultanée du charbon et du chlore, avec formation de phosphore, de trichlorure ou de pentachlorure, suivant les conditions de l'expérience.

» J'ai constaté qu'à des températures peu élevées, bien inférieures au rouge naissant, le chlore et le charbon ne réduisent plus la molécule phosphorique [1]; il en est de même si je substitue au carbone l'oxyde de carbone. Mais j'ai trouvé que, si l'on fait passer à la fois du chlore et de l'oxyde de carbone sur un mélange de charbon et de phosphate tricalcique, celui-ci est intégralement transformé, à basse température, en oxychlorure de phosphore $POCl^3$, avec production de chlorure de calcium et d'acide carbonique.

» L'agent réducteur est l'oxyde de carbone. Le charbon, indispensable, n'intervient pas chimiquement dans la réaction; on le retrouve sensiblement inaltéré après l'opération; il agit sans doute comme corps auxiliaire, en condensant les gaz et déterminant dès lors l'action chimique, comme cela a lieu pour d'autres réactions encore inexpliquées.

$$P^2O^5(CaO)^3 + 6CO + 12Cl = 2POCl^3 + 6CO^2 + 3CaCl^2$$

sera l'équation totale du phénomène; mais il présente en réalité deux phases distinctes, ainsi qu'il résulte de mes analyses : dans la première, le chlore et l'oxyde de carbone sont employés à la transformation du phosphate tricalcique en métaphosphate de chaux et chlorure de calcium, sans production d'acide phosphorique libre

$$P^2O^5(CaO)^3 + 2CO + 4Cl = P^2O^5, CaO + 2CO^2 + 2CaCl^2.$$

» Dans la deuxième période, le mélange gazeux change le métaphosphate en oxychlorure de phosphore, qui distille à partir de ce moment,

$$P^2O^5CaO + 4CO + 8Cl = 2POCl^3 + 4CO^2 + CaCl^2.$$

» J'effectue ces réactions dans un bain d'huile, par conséquent à une température relativement basse et tout à fait inattendue, l'oxychlorure de phosphore se formant déjà, dans mes expériences, quoique lentement, à la température de 180°. On introduit dans un long tube de verre du noir

---

(1) Avec le chlore et le charbon seuls, on observe une légère action, qui se borne à la formation d'une petite quantité de chlorure de calcium et de métaphosphate de chaux; mais la réduction ne va pas au delà, ce qui tient sans doute à cette circonstance, que, dans les orthophosphates, d'après les recherches de MM. Berthelot et Louguinine, le premier équivalent de base fixé sur l'acide phosphorique dégage plus de chaleur que les deux autres et est combiné à un titre différent.

animal en grains desséché qui représente un mélange bien intime et poreux de phosphate de chaux et de charbon. Le tube est maintenu dans un vase plein d'huile portée à la température de 330° à 340°, à laquelle la transformation s'effectue plus rapidement. Puis on fait passer simultanément du chlore et de l'oxyde de carbone, ce dernier fourni par un gazomètre. On ne recueille presque point de produit liquide à l'origine, les gaz étant d'abord employés, ainsi qu'il est dit plus haut, à la transformation du phosphate en métaphosphate, mais bientôt l'oxychlorure de phosphore distille régulièrement dans un récipient refroidi.

» On obtient ainsi, de premier jet et en quelques heures, un poids d'oxychlorure représentant environ les $\frac{3}{4}$ du poids de phosphate de chaux mis en expérience. Alors la réaction se ralentit, puis s'arrête, parce que la grande quantité de chlorure de calcium formé obstrue les pores du charbon et empêche la pénétration des gaz. Il suffit en effet de lessiver la masse charbonneuse et de la soumettre encore à l'action du mélange gazeux pour arriver à la transformation intégrale du phosphate.

» On peut substituer au noir animal un mélange de phosphate tricalcique quelconque et de charbon ; mais celui-ci, moins intime et moins poreux, ne fournit pas d'aussi bons résultats, du moins dans les expériences sur une petite échelle.

» L'oxychlorure de phosphore obtenu est à peu près pur ; il suffit de le rectifier pour le débarrasser d'un peu de chlore libre et d'oxychlorure de carbone, qu'il tient en dissolution, ces deux produits gazeux disparaissant dès la première application de la chaleur.

» Il était intéressant de changer maintenant l'oxychlorure en trichlorure; j'ai pensé que cette transformation s'effectuerait, sous l'influence du charbon, en vertu de l'équation suivante :

$$POCl^3 + C = PCl^3 + CO.$$

» Il suffit, en effet, de faire passer l'oxychlorure en vapeur sur une longue colonne de charbon de bois portée au rouge, dans un tube en verre de bohême, pour le changer en trichlorure. Il se dégage, soit de l'oxyde de carbone pur, soit ce même gaz mêlé d'un peu d'acide carbonique, suivant la longueur de la colonne de charbon et sa température, ainsi qu'il était aisé de le prévoir.

» Le trichlorure peut être, comme à l'ordinaire, changé en pentachlorure, et tous les corps chlorés qui précèdent, traités par l'eau, fourniront les acides correspondants du phosphore. On réalise ainsi la formation

de tous ces composés du phosphore sans passer par ce métalloïde préalablement isolé.

» Cette nouvelle méthode, action simultanée de l'oxyde de carbone et du chlore à basse température, en présence d'un corps poreux, le charbon, constitue un moyen puissant de réduction et de chloruration, qui me paraît devoir être d'une application assez générale. Je l'ai essayé sur divers corps, et notamment sur l'alumine, qui est réduite, à la température du bain d'huile, avec une grande facilité et changée en chlorure d'aluminium qui se sublime et cristallise dans le courant gazeux.

» Les vases de verre dans lesquels on effectue toutes ces opérations ne sont pas sensiblement attaqués.

» Ces transformations, outre l'intérêt scientifique qu'elles peuvent présenter, seront peut-être de quelque utilité dans l'industrie. Celle-ci trouverait là un moyen facile d'obtenir, à basse température, certains chlorures métalliques et de l'oxychlorure de phosphore, propre à la préparation des chlorures de radicaux organiques. On le produirait directement avec le minerai, le phosphate de chaux. Ces températures exigent peu de combustible et l'on n'a plus à redouter la destruction, si rapide, des appareils par le feu et les réactifs. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouvel hydrocarbure*. Note de M. **E. Louïse**, présentée par M. Friedel.

« La belle méthode de synthèse découverte par MM. Friedel et Crafts m'a permis de réaliser la formation d'un nouvel hydrocarbure, le *benzyle-mésitylène,* en faisant réagir le chlorure de benzyle sur le mésitylène en présence de chlorure d'aluminium anhydre.

» Afin de n'obtenir qu'un dérivé monosubstitué, le mésitylène $C^3H^3(CH^3)^3$ est employé en grand excès. J'ai répété plusieurs fois la préparation avec les proportions suivantes : 120^{gr} de mésitylène pour 20^{gr} de chlorure de benzyle. Le mélange étant porté à 100°, j'ajoute peu à peu du chlorure d'aluminium jusqu'à ce que le dégagement d'acide chlorhydrique ait cessé : 3^{gr} environ de chlorure d'aluminium sont suffisants.

» Au commencement de la réaction le mélange devient violet et se fonce de plus en plus jusqu'à devenir complètement opaque lorsque l'opération est terminée. Le produit épais et noirâtre est ajouté alors par petites portions dans de l'eau ordinaire; il se sépare un liquide jaune transparent qui monte à la surface.

» Cette couche supérieure est soumise à la distillation; le mésitylène qui n'est pas entré en réaction passe le premier, puis le thermomètre monte très rapidement et la distillation recommence entre 295° et 305° ce qui reste alors dans le ballon est en petite quantité et ne passe à la distillation qu'à une température fort élevée.

» La portion bouillant de 295° à 305° après rectification donne un liquide qui distille entre 300° à 303°.

» Ce composé a présenté d'une façon remarquable le phénomène de la surfusion; il a pu, en effet, rester à l'état liquide pendant plus de quinze jours, bien qu'à diverses reprises il ait été soumis à un froid de — 25°. Il s'est pris immédiatement en une masse cristalline lorsque j'ai laissé tomber à sa surface des cristaux qui s'étaient produits fortuitement dans un tube à essai.

» Cette masse cristalline blanche, à peine teintée de jaune, est facilement soluble dans la benzine, le pétrole léger, l'alcool, l'éther, l'acide acétique, l'acétone, etc., et se dépose de ces divers dissolvants en petites aiguilles blanches. Ces cristaux ont été soumis à l'analyse; 0gr,340 ont donné :

CO^2	1gr,137
H^2O	0gr,271

d'où l'on tire la composition centésimale :

		La formule $C^6H^3(C^7H^7)(CH^3)^3$ exige.
C	91,1	91,4
H	8,8	8,6

» Le benzyle ($C^6H^5.CH^2$) est donc venu remplacer un atome d'hydrogène dans le mésitylène pour donner le benzyle-mésitylène ou la triméthylebenzyle-benzine.

» Le mésitylène, étant la triméthylbenzine symétrique, ne fournit, dans l'opération qui vient d'être décrite, qu'un seul carbure et non deux ou trois isomères.

» Cet hydrocarbure entre en fusion à 31°.

» Lorqu'on le dissout à chaud dans de l'alcool saturé d'acide picrique à froid, on obtient par refroidissement de petites aiguilles jaune-citron; ce composé est vraisemblablement l'analogue des combinaisons d'hydrocarbures et d'acide picrique étudiées par M. Berthelot.

» Je me propose de continuer l'étude de cet hydrocarbure et de ses composés [1] ».

THÉRAPEUTIQUE. — *Sur une poudre de lin inaltérable, préparée pour la confection des cataplasmes.* Note de M. A. LAILLER. (Extrait.)

(Renvoi au Concours du Prix Barbier.)

« .... En résumé, les expériences que j'ai faites, à diverses reprises, me conduisent aux conclusions suivantes :

» 1° La poudre de lin dont l'huile est éliminée, dans des conditions telles que cette élimination ne porte pas atteinte aux autres principes constituant de la poudre, conserve toutes les propriétés thérapeutiques de la farine de lin non *déshuilée*.

» 2° A poids égal, la première contient plus de mucilage, d'amidon, de substances albuminoïdes, etc., que la seconde.

» 3° Pour préparer un cataplasme d'une onctuosité et d'une consistance convenables, il faut 25 pour 100 de moins de poudre de lin privée d'huile que de poudre de lin ordinaire.

» 4° Les cataplasmes faits avec la première de ces poudres sont moins lourds et se conservent plus longtemps chauds que ceux qui sont faits avec la seconde;

» 5° Dans la confection des bouillies, l'odeur désagréable de gras qui se développe, lorsqu'on emploie la poudre de lin ordinaire, ne se produit pas lorsqu'on emploie la poudre de lin déshuilée;

» 6° Enfin, et c'est là le point important, la poudre de lin sur laquelle j'appelle l'attention du corps médical et pharmaceutique ne rancit pas.

» Après bien des essais, dont les premiers remontent à l'époque de la guerre franco-allemande, j'ai choisi, comme agent d'élimination de l'huile de la farine de lin, le sulfure de carbone. »

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *Sur les ganglions cérébro-spinaux.* Note de M. RANVIER.

« Depuis que j'ai communiqué à l'Académie le résultat de mes premières recherches sur les rapports des cellules ganglionnaires avec les tubes ner-

[1] Ce travail, inspiré par M. Friedel, a été fait au laboratoire de la Faculté des Sciences de Lyon.

veux des racines sensitives (¹), plusieurs anatomistes (²) ont publié des travaux étendus sur le même sujet.

» Tous, à l'exception de Rawitz, ont confirmé les principaux résultats de mes observations : Schwalbe, qui jadis avait soutenu, avec Kœlliker, que le prolongement des cellules unipolaires des ganglions spinaux n'affectait, avec les tubes nerveux des racines sensitives, que des rapports de contiguïté, s'est rangé aujourd'hui à ma manière de voir.

» Freud est le premier qui ait présenté un historique étendu de la question. Il a rappelé que Remak avait observé, en 1854, des divisions de tubes nerveux dans les ganglions spinaux, et que Leydig avait tiré parti de cette observation pour ramener au même type les cellules unipolaires et les cellules bipolaires.

» Dans ma première Communication, j'avais supposé que plusieurs cellules ganglionnaires pouvaient être branchées sur le prolongement afférent du tube en T; mais ce n'était là qu'une hypothèse, à laquelle j'étais arrivé en constatant que les tubes nerveux qui se dégagent des cellules ganglionnaires ont en général un diamètre inférieur à celui des branches du tube en T.

» Je dois rappeler d'abord la méthode que j'avais suivie pour observer ces faits. Cette méthode, que j'ai imaginée en 1869 et que j'ai utilisée ensuite dans une série de recherches publiées à différentes époques, est aujourd'hui classique. Elle consiste à pratiquer, dans les tissus, des injections interstitielles destinées à fixer les éléments et à en favoriser la séparation. Il est facile, à l'aide de cette méthode, d'isoler des tubes nerveux en T; seulement, pour arriver à coup sûr à observer leurs rapports avec les cellules ganglionnaires, il est une indication que je n'avais point donnée dans ma

---

(¹) *Des tubes nerveux en* T *et de leurs relations avec les cellules ganglionnaires* (*Comptes rendus*, 20 décembre 1875).

(²) Key et Retzius, *Studien in der Anatomie des Nervensystems und des Bindegewebes*, 2ᵉ partie, Stockholm; 1876.

Freud, *Ueber Spinalganglien und Rückenmark des Petromyzon* (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Vienne*, 18 juillet 1868).

Stiénon, *Recherches sur la structure des ganglions spinaux chez les Vertébrés supérieurs* (*Annales de l'Université libre de Bruxelles*; 1880).

Retzius, *Untersuchungen über die Nervenzellen der cerebrospinalen Ganglien und der übrigen peripherischen Kopfganglien* [(*Archiv für Anat. u. Physiol Anat.*), 1880, p. 369].

Rawitz, *Ueber den Bau der Spinalganglien* (*Archiv f. micr. Anat.*, t. XVIII, 1880).

Schwalbe, *Lehrbuch der Neurologie*, in *Hoffm nn's Lehrbuch der Anatomie*, t. II, p. 300.

première Note : si Rawitz veut bien la suivre, il reconnaîtra facilement ces rapports. Comme objet d'étude, il faut prendre des animaux jeunes, parce que chez eux le tissu conjonctif des ganglions est moins dense; de tous les mammifères, le lapin est préférable, parce que les faisceaux de tissu conjonctif y sont grêles et peu résistants. Après injection d'acide osmique à 1 ou 2 pour 100 dans les ganglions spinaux ou dans le ganglion de Gasser d'un lapin de deux à trois mois, une dissociation faite avec soin, au moyen des aiguilles, dans le sérum faiblement iodé, fournit presque à coup sûr des tubes en T ayant conservé leurs relations avec les cellules ganglionnaires. La fibre nerveuse qui se dégage de la cellule se recouvre bientôt de myéline, affecte un trajet plus ou moins sinueux et montre, à une distance variable, un premier étranglement annulaire auquel généralement fait suite un second segment interannulaire qui constitue la branche afférente du tube en T. Le premier segment interannulaire, celui qui est en rapport avec la cellule, a un diamètre inférieur à celui du segment qui lui fait suite. C'est ce qui m'avait conduit à l'hypothèse que je rappelais un peu plus haut. En présence des faits, mieux étudiés aujourd'hui, elle doit être complètement abandonnée.

» La méthode des injections interstitielles d'acide osmique ne permet pas de bien apprécier le diamètre des cylindres-axes, parce qu'ils sont masqués par la gaine médullaire fortement colorée en noir; et cependant il importe de déterminer leur épaisseur relative dans la fibre efférente et dans les deux autres branches du tube en T. Pour cela, il faut faire durcir les ganglions spinaux dans le bichromate d'ammoniaque ou le liquide de Müller, y pratiquer des coupes longitudinales passant par les deux racines, colorer par le picrocarmin et monter dans la région Dammar en suivant les indications classiques. On observera alors, dans différentes régions des ganglions spinaux du Chien, par exemple, un grand nombre de tubes nerveux en T. J'en ai compté jusqu'à cinq dans le champ du microscope, avec un grossissement de 150 diamètres. Comme la myéline est complètement incolore et d'une transparence parfaite, et que les cylindres-axes, vivement colorés en rouge, n'ont subi que des déformations légères sous l'influence des réactifs employés, il est possible de voir comment ils se comportent.

» Dans les T qu'ils forment, ils se rencontrent sous des angles variés, et à ce propos je ferai remarquer qu'en employant l'expression de tubes en T je n'ai jamais voulu dire, comme l'ont supposé quelques auteurs, que la branche efférente formait, avec le tube nerveux de la racine sensitive, un angle droit. J'ai voulu seulement donner l'idée d'un branchement analogue

à celui des tubes en verre que l'on emploie dans les recherches physiologiques. Le cylindre-axe de la branche efférente possède en général un diamètre supérieur à celui des deux autres, comme s'il résultait de leur fusion. Et en effet, il est fort probable que les éléments fibrillaires qui composent les cylindres-axes du tube nerveux central et du périphérique, après s'être associés dans la branche efférente, se séparent dans la cellule ganglionnaire pour s'y comporter comme dans les cellules bipolaires des Poissons. La cellule unipolaire des ganglions cérébrospinaux des Mammifères se trouverait donc ramenée au même type que la cellule bipolaire des mêmes ganglions chez les Poissons, comme Leydig l'avait pressenti après les belles recherches de Remak.

» En examinant mes préparations obtenues par dissociation, j'ai été frappé d'un fait : le premier segment interannulaire, celui qui se dégage de la cellule, est beaucoup plus court que le segment qui lui fait suite. Cela m'a conduit à examiner de plus près la disposition des cellules bipolaires des ganglions spinaux et du ganglion auditif des Poissons, et j'ai pu me convaincre ainsi que les tubes nerveux à myéline qui arrivent à une cellule ganglionnaire ne s'y terminent pas par un étranglement annulaire. La cellule nerveuse correspond au centre d'un segment interannulaire. »

ZOOLOGIE. — *Sur les microsporidies ou psorospermies des Articulés.* Note de M. Balbiani.

« Les organismes devenus si célèbres de nos jours comme cause des maladies contagieuses chez l'homme et les animaux domestiques, et désignés, depuis quelques années, sous le nom peu scientifique et assez impropre de *microbes*, appartiennent presque tous à la catégorie des Schizophytes de Cohn ou Schizomycètes de Naegeli. Ces deux éminents botanistes les regardaient, par conséquent, comme des végétaux, opinion qu'ont achevé de mettre en lumière les travaux récents de Zopf, lequel a retrouvé chez des Algues bien caractérisées (*Cladothrix, Beggiatoa,* etc.) des états

---

([1]) Chez les Mammifères, le nerf auditif n'a pas de membrane de Schwann et ne présente pas d'étranglements annulaires. Chez les Poissons osseux que j'ai examinés, j'ai trouvé aux tubes nerveux de l'auditif une membrane de Schwann et des étranglements. Lorsque les cellules nerveuses annexées à ce nerf sont entourées d'une couche de myéline, elles se trouvent placées sous la membrane de Schwann, et elles occupent manifestement le milieu d'un segment interannulaire.

morphologiquement équivalents aux *Micrococcus, Bacillus, Leptothrix* et autres genres de Schizophytes, et montré les relations génétiques que ces formes présentent entre elles dans une même espèce ([1]).

» C'est également dans ce groupe de végétaux unicellulaires que Naegeli avait placé les petits corps que l'on rencontre dans les Vers à soie affectés de la maladie connue sous le nom de *pébrine*, qui, à une époque encore peu éloignée, causait de si grands ravages dans toutes les magnaneries de l'Europe. D'autres naturalistes, au contraire (de Filippi, Cornalia, etc.), n'ont voulu voir dans ces corps que des éléments histologiques normaux ou altérés. Leydig, le premier (1863), eut l'idée de les comparer aux psorospermies des poissons et aux pseudonavicelles des Grégarines, mais il fondait cette vue uniquement sur des ressemblances de forme et d'aspect extérieur ; il ne pouvait la baser sur aucune preuve tirée du mode de reproduction, si important à connaître pour la classification systématique des organismes inférieurs, animaux ou végétaux.

» Cette preuve, je l'ai apportée dans plusieurs Communications que j'ai eu l'honneur de faire à l'Académie il y a une quinzaine d'années (*Comptes rendus*, 27 août 1866; 18 mars, 2 avril et 20 mai 1867). J'ai montré que les corpuscules des Vers à soie ne se multipliaient à aucune phase de leur existence par fissiparité transversale, comme le croyaient Naegeli, Frey et Lebert, M. Pasteur, ou par fissiparité longitudinale, comme le voulait M. Béchamp, mais se développaient, à la manière des psorospermies des poissons, par formation libre au sein d'une masse de substance sarcodique, résultant elle-même d'une transformation des corpuscules primitifs. Ces petits éléments ne sont donc autre chose que les spores d'un organisme ayant des affinités avec les êtres pour lesquels Leuckart a créé récemment le terme de *Sporozoaires*, et qui comprennent aujourd'hui quatre catégories d'organismes, savoir : les Grégarinides, les Psorospermies oviformes ou Coccidies, les Psorospermies tubuliformes ou Sarcosporidies ([2]) et les Psorospermies des poissons ou Myxosporidies. A ces quatre groupes, il faut ajouter un cinquième, celui formé par les organismes qui nous occupent et que l'on peut désigner sous le nom de *Psorospermies des Articulés* ou

---

([1]) W. Zopf, *Zur Morphologie der Spaltpflanzen*, 1882.

([2]) J'ai proposé ce terme pour les psorospermies tubuliformes, en raison de leur présence exclusive dans la chair musculaire des vertébrés supérieurs (voir mes *Leçons sur les Sporozoaires, faites en* 1882 *au Collège de France*, au *Journal de Micrographie*, t. VI, 1882).

mieux de *Microsporidies*, en raison de la petitesse de leurs spores comparées à celles des autres Sporozoaires. Ayant eu l'occasion de recueillir quelques nouveaux faits sur l'histoire de ces parasites, je demande à l'Académie la permission de les lui communiquer.

» Notre Ver à soie ordinaire n'est pas la seule espèce domestiquée de Séricigène chez laquelle les microsporidies peuvent engendrer par leur développement excessif des épizooties plus ou moins meurtrières. Un des nouveaux Bombycides qu'on élève avec le plus d'avantages comme succédané du Ver à soie du mûrier, le Bombyx du chêne de la Chine (*Attacus Pernyi*), subit aussi fréquemment les atteintes d'une microsporidie qui ne paraît pas appartenir à la même espèce que celle du *Bombyx mori*. Ainsi, au lieu de se répandre, comme cette dernière, dans l'organisme tout entier de la chenille, elle reste confinée dans les cellules épithéliales de l'estomac, mais, en revanche, pas une de celles-ci ne demeure indemne et elles finissent toutes par être littéralement bourrées des spores de cette microsporidie. Leur protoplasma disparaît et, réduites au noyau et à la membrane d'enveloppe, elles cessent de sécréter les liquides nécessaires à la digestion, ce qui amène la mort de la chenille par inanition.

» A l'état jeune, la microsporidie est formée d'une petite masse de plasma homogène; celle-ci grossit, et dans son intérieur apparaissent des noyaux clairs dont chacun s'entoure d'une couche du plasma environnant : ce sont les jeunes spores. Leur substance se condense, elles prennent une forme ovalaire, et le noyau cesse d'être visible. Les spores mûres sont identiques pour la taille et l'aspect à celles qui se développent dans les Vers à soie atteints de pébrine, où elles sont vulgairement désignées sous le nom de *corpuscules*. Elles ressemblent beaucoup aux spores de certains *Bacillus*, le *B. amylobacter* par exemple, et le mode de germination est aussi à peu près le même, c'est-à-dire s'opère par la perforation de la spore à une de ses extrémités et l'issue du plasma intérieur ; mais celui-ci, au lieu de sortir sous la forme d'un bâtonnet, comme chez les *Bacillus*, s'échappe sous celle d'une petite masse amiboïde qui reproduit la phase végétative du parasite.

» L'espace me manque ici pour exposer les résultats des nombreuses expériences que j'ai entreprises sur la transmission des spores à des chenilles saines du Bombyx du chêne ou appartenant à d'autres espèces. Pour ces dernières, les résultats ont été en général négatifs; dans quelques cas rares seulement j'ai pu observer le développement des spores chez un petit nombre d'espèces. Les spores conservent plus longtemps leur vitalité que

celles du Ver à soie; tandis que celles-ci la perdent déjà au bout d'une année (MM. Pasteur et Gernez), j'ai pu déterminer la contagion chez des chenilles saines du Bombyx du chêne avec des spores conservées à sec depuis près de vingt mois.

» J'ajouterai, en terminant, que j'ai trouvé une autre espèce de microsporidie chez un Orthoptère, le *Platycleis grisea*, où elle a également pour siége les cellules épithéliales de l'estomac. »

ZOOLOGIE. — *Les migrations du Puceron des galles rouges de l'ormeau champêtre* (Ulmus campestris, Tetraneura rubra, *Lichtenstein*). Note de M. Lichtenstein.

« Les théories nouvelles sur l'évolution biologique des Pucerons, auxquelles m'ont amené mes longues études sur les Aphidiens, quoique vivement combattues à Paris, ont fait leur chemin dans les autres pays et commencent à être généralement admises, ayant été confirmées par des observateurs comme Targioni-Tozzetti à Florence, Kessler à Cassel, Buckton à Haslemere, Horvath à Buda-Pest, Riley à Mounell, aux États-Unis, etc., etc.

» Cependant les faits à l'appui de ces théories sont encore clair-semés; car, s'il est indiscutable que le Phylloxera du chêne, de Boyer de Fonscolombe, passe du *Quercus conifera* au *Quercus pubescens;* si Targioni a pu montrer à ses collègues à Florence le *Phylloxera florentina* passant du *Quercus ilex* au *Quercus sessiliflora;* si Planchon, Signoret, Cornu, Riley et vingt autres ont vu le *Phylloxera vastatrix* passer, des galles des feuilles, aux racines de la vigne, on n'a pas encore beaucoup fait avancer l'histoire des métamorphoses des autres pucerons : chose très bizarre, l'évolution biologique du genre *Phylloxera* et d'une espèce *américaine* de ce genre nous est beaucoup mieux connue que celle des pucerons du peuplier ou de l'ormeau, qui sont cependant par milliards chaque année sur ces arbres vulgaires, narguant depuis Réaumur et Linné, et même bien avant eux, les pauvres entomologistes qui cherchent à les suivre.

» Divers indices révélateurs m'avaient bien fait supposer que plusieurs de ces pucerons devaient avoir, comme le *Phylloxera,* une phase de leur vie où ils devenaient radicicoles; des essais de nourrir sur les racines de graminées les pucerons, provenant des ailés sortant des galles du Térébinthe, nous avaient réussi, à Montpellier, à M. Courchet et à moi-même, et

nous avions obtenu un demi-succès. Bien plus, j'avais trouvé aux mêmes racines la forme pupifère ailée de l'*Aploneura lentisci*, très facile à reconnaître, parce que c'est le Pemphigien ou puceron des galles qui porte ses ailes à plat comme le Phylloxera; mais, pour les pucerons des galles du *peuplier* et de l'*ormeau*, rien n'a été découvert jusqu'à présent.

» Les pucerons qui forment ces galles appartiennent à trois genres différents :

» Les *Pemphigus*, représentés par vingt-cinq espèces environ;

» Les *Schizoneura*, représentés par neuf ou dix espèces;

» Et enfin les *Tetraneura*, dont on ne connaît que deux espèces.

» En m'attachant à suivre ces deux derniers pucerons, qui s'appellent le *Tetraneura ulmi* (des auteurs), formant une galle verte et lisse sur les feuilles de l'ormeau, et le *Tetraneura rubra* (Licht.), qui forme une galle rouge vif, rugueuse et crispée, j'avais plus de chance d'atteindre mon but qu'en m'attaquant à des genres à espèces nombreuses, où il m'eût été fort difficile de rattacher l'espèce souterraine à l'aérienne correspondante. De plus, la voie était déjà un peu déblayée; von Gleichen avait, à la fin du siècle dernier (1770), suivi, pendant huit ans, *journellement*, pendant l'évolution aérienne, des observations sur le *Tetraneura ulmi;* sans rien découvrir en reprenant ces études, après cent ans, j'avais découvert sous les écorces des ormeaux la femelle de cette espèce, avec son œuf enkysté dans son corps. M. le professeur Kessler, de Cassel, faisait un pas de plus et trouvait l'ailé *pupifère* venant apporter sur les ormeaux les sexués, et il pouvait figurer cette forme et celle des mâles et femelles; mais il ne savait pas d'où elle arrivait, et personne ne le sait encore.

» Mais voilà que cette année, puissamment aidé par mon jeune élève et collaborateur, M. Franz Richter, j'ai scruté par milliers les touffes de racines de toutes nos graminées sauvages, et au milieu de nombreux *Pemphigus* et *Schizoneura,* dont l'histoire viendra plus tard, nous trouvons aux racines du *Triticum repens* (le chiendent) une colonie de *Tetraneura,* avec les ailés, aisés à reconnaître à leur unique nervure aux ailes inférieures, quand les autres Pemphigiens en ont deux. Mis soigneusement en tubes, ces ailés nous donnent des sexués : c'est donc la forme *pupifère*. Nous allons examiner les troncs des ormeaux croissant dans le voisinage, et sous les écorces nous trouvons les mêmes ailés, occupés à garnir les arbres des mêmes sexués que nous pondent en tube les pucerons recueillis aux racines du chiendent. Nous comparons ces insectes aux figures que Kessler a données du *Tetraneura ulmi :* les antennes sont différentes et se rapportent au contraire à

celles du *Tetraneura rubra* de la forme *émigrante*, c'est-à-dire celle qui a quitté les galles rouges du 1er au 15 juin.

» Donc plus de doute à avoir, et l'évolution du puceron des galles rouges de l'ormeau n'a plus de lacunes :

» L'œuf fécondé passe l'hiver sous les écorces enkysté dans le corps de la femelle.

» Cet œuf éclôt au printemps, et il en sort la *Pseudogyne fondatrice* qui forme sa galle en *avril* et s'entoure en *mai* d'une nombreuse progéniture de petits pondus vivants.

» Cette progéniture *tout entière* prend des ailes et devient la *Pseudogyne émigrante*, qui s'envole et va se poser sur les graminées, sur le chiendent en particulier. Cette émigration a lieu en juin.

» Là, elle pond des petits vivants, qui passent aux racines où ils vivent comme *Pseudogynes bourgeonnantes*, restent aptères et pondent en juillet-août des petits vivants qui eux doivent acquérir des ailes.

» Effectivement, en septembre-octobre, cette quatrième forme, qui est la *Pseudogyne pupifère*, sort ailée de terre et retourne sur le tronc des ormeaux, où elle dépose les sexués, qui s'accouplent; après quoi, la femelle va se cacher et mourir sous les écorces, en gardant dans son corps l'œuf fécondé *unique*, auquel la peau desséchée de la mère forme une double enveloppe.

» Chaque phase, même les sexués, éprouve quatre mues avant de devenir apte à donner par gemmation la phase suivante, ou à s'accoupler. Pour ce qui est des sexués, cet insecte offre donc 24 formes différentes (16 dans l'état larvaire ou de *Pseudogyne* et 8 dans les *sexués*). Ces formes sont en général aisées à distinguer par le nombre des articles antennaires, qui varient de 4 (les fondateurs) à 5 et 6 même, pour les ailés.

» J'espère pouvoir donner bientôt l'histoire de l'évolution de quelques autres pucerons et mettre ainsi complètement au rang de vérités incontestables, dans les métamorphoses de ces petits êtres, des théories qui, malgré leur vraisemblance, étaient et sont encore hypothétiques pour beaucoup d'espèces. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Recherches relatives à la digestion chez les Mollusques céphalopodes* (¹). Note de M. **Em. Bourquelot**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Dans une Note présentée l'année dernière à l'Académie, j'ai exposé les résultats auxquels j'étais parvenu en étudiant la digestion des matières amylacées chez les Céphalopodes. Les recherches auxquelles je me suis livré depuis lors me permettent de compléter ces résultats et d'ajouter de nouvelles observations à ce qui a été fait par Krukenberg, Fredericq et Jousset de Bellesme sur le même sujet.

» I. *Digestion des matières amylacées.* — La diastase que sécrète le foie des Céphalopodes, comme la diastase du malt, saccharifie l'amidon et le glycogène; mais cette saccharification n'est pas, comme on l'a cru longtemps, une transformation de ces matières en glucose : c'est un dédoublement en dextrine et en maltose. Le *maltose* est un sucre analogue au sucre de canne; il a la même formule et, comme lui, il est dédoublé en deux molécules de glucose sous l'influence des acides minéraux étendus bouillants : $C^{24}H^{22}O^{22} + H^2O^2 = 2C^{12}H^{12}O^{12}$. Cl. Bernard a démontré que le sucre de canne n'est pas absorbé directement, mais qu'il ne l'est qu'après avoir été dédoublé par un ferment contenu dans le suc intestinal. Le maltose est-il absorbable directement ou bien doit-il auparavant être dédoublé?

» Telle est la question qui se pose aujourd'hui, et elle est plus générale que celle relative au saccharose; car, chez tous les animaux dont les sucs digestifs renferment de la diastase, il y a formation de maltose : chez les Carnivores, par l'action de cette diastase sur le glycogène qui se trouve dans la viande, chez les Herbivores par le dédoublement de l'amidon. Si donc le maltose doit être dédoublé par un ferment, il semble qu'on doive le rencontrer chez tous les animaux.

» J'ai préparé du maltose pur et j'ai essayé sur ce corps l'action des sucs digestifs du Poulpe et de la Seiche à tous les états de digestion, l'action du liquide intestinal et celle des parois de l'intestin. Dans aucun cas le maltose ne s'est dédoublé.

» J'ai songé au sang : le sang non plus ne renferme pas de ferment capable de transformer le maltose en glucose.

» Il se peut donc que le maltose soit directement absorbé. Les faits

(¹) Ces recherches ont été faites au laboratoire de Roscoff.

suivants donnent de l'appui à cette hypothèse. La fermentation du saccharose en présence de la levure de bière ressemble beaucoup à la digestion de ce même sucre. Elle se fait, comme on sait, en deux temps : 1° interversion par un ferment soluble ; 2° fermentation alcoolique des glucoses formés. Or, j'ai constaté : 1° que la levure ne sécrète pas de ferment capable de dédoubler le maltose; 2° que si dans une dissolution de ce sucre on met de la levure, la fermentation alcoolique est directe. Si les analogies peuvent être invoquées, le maltose serait absorbable et alibile.

» II. *Digestion du saccharose.* — Je n'ai rencontré ni dans l'intestin ni dans le sang des Céphalopodes de ferments susceptibles d'intervertir ce sucre.

» III. *Rôle des glandes salivaires.* — La salive, chez les Céphalopodes que j'ai examinés (Seiche, Poulpe, Calmar) est acide. Krukenberg et Fredericq ne lui attribuent aucune fonction digestive. Jousset, au contraire, croit pouvoir affirmer qu'elle sert à dissocier les fibrilles des muscles. J'ai répété les expériences de ce physiologiste avec des muscles du Crabe, en observant en même temps l'action de l'eau distillée, et celle d'une eau très peu acidulée par HCl. Au bout de vingt-quatre heures il y avait, dans le premier cas, dissociation; mais elle s'était produite presqu'au même degré dans le deuxième et tout autant dans le troisième. Il est donc douteux que la salive ait véritablement une fonction dissociante. Cependant j'ai constaté qu'en ajoutant de cette salive à du lait, celui-ci se caillait dans l'espace d'une heure à deux heures.

» IV. *Foie.* — Le liquide hépatique est acide. Les trois physiologistes que j'ai nommés ont constaté son action digestive sur la fibrine et l'albumine. En ajoutant à du lait écrémé une quantité suffisante de liquide hépatique ou d'extrait du foie, la caséine finit par se dissoudre. Il y a toujours un peu de coagulation, mais à la fin il ne reste plus que quelques flocons, qui montent à la partie supérieure, et le liquide prend une teinte jaunâtre particulière. C'est là, comme l'a établi Duclaux, la caractéristique du suc pancréatique.

» V. *Mécanisme de la digestion.* — Je ne veux m'occuper que de ce qui est controversé. Comme P. Bert l'a reconnu, les aliments ne pénètrent jamais dans le cœcum spiral. Voici comment on peut s'en assurer : 1° on s'arrange de façon à examiner, sur un Poulpe en digestion, l'estomac et les parties du tube digestif qui en sont voisines. Si l'estomac est plein, les contractions, qui sont fréquentes et très puissantes, refoulent le chyme vers le jabot; jamais il n'en entre dans le cœcum; 2° si, empêchant par la pres-

sion le mouvement du chyme vers le jabot, on comprime l'estomac avec précaution, les aliments passent dans l'intestin; 3° si dans le tube digestif d'un Poulpe à jeun et à l'instant où l'on vient de le sacrifier, on pousse une injection par l'œsophage, le liquide commence par remplir le jabot et l'estomac, puis il s'en va dans l'intestin, sans pénétrer dans le cœcum. Si l'on pousse l'injection par le cœcum, le liquide entre dans l'estomac, puis remonte vers l'œsophage. Ce n'est que si on lie celui-ci et si l'on pousse de plus en plus que l'injection passe dans l'intestin. Des dispositions anatomiques particulières, qui sont surtout visibles chez le Calmar, où il y a entre le cœcum et l'estomac une véritable valvule, régissent ces différents mouvements.

» En résumé, les aliments arrivent directement dans l'estomac; le jabot du Poulpe me paraît n'être qu'une sorte de trop-plein; là, ils subissent l'action des sucs digestifs, qui viennent du foie et du pancréas, en passant par le cœcum. Les matières protéiques et les hydrates de carbone sont digérés; les graisses émulsionnées et le chyle va directement dans l'intestin sans passer par le cœcum. A la vérité, on trouve à la fin de la digestion dans le cœcum, et quelquefois même dans les canaux hépatiques, une petite colonne brune, qu'on a pu prendre pour des aliments digérés. Mais ce n'est qu'un amas de cellules hépatiques détachées de la glande. Une pareille colonne a déjà été signalée par Plateau, à certains moments de la digestion, dans les canaux excréteurs de la glande abdominale des Araignées. »

GÉOLOGIE COMPARÉE. — *Histoire géologique de la syssidère de Lodran.* Note de M. Stan. **Meunier.**

« Le 1er octobre 1868, il tomba dans l'Inde, à Lodran, près de Mooltan, une météorite dont notre Collection nationale doit un petit échantillon au Musée de Calcutta. Cette pierre, pourvue d'une croûte noire assez épaisse, constitue seule, jusqu'à présent, un type distinct de roche cosmique.

» A première vue, et par suite de l'abondance de ses éléments lithoïdes, on serait disposé à lui attribuer la structure ordinaire des sporadosidères; on y voit briller trois éléments constituants nettement différents les uns des autres : deux substances pierreuses, l'une incolore (bronzite), l'autre d'un bleu vif tout à fait exceptionnel parmi les minéraux météoritiques (péridot); une matière métallique consistant en fer nickelé. A la loupe, on aperçoit, en outre, de très petits grains constitués les uns par la pyrrhotine, les autres par le fer chromé.

» Quelques expériences fort simples conduisent cependant à reconnaître que la partie métallique n'est point, comme dans les sporadosidères, à l'état de granules disséminés. En chauffant au rouge un petit fragment pour le plonger brusquement dans le mercure, on *étonne* les silicates qui tombent en poussière et il reste un très fin réseau métallique, analogue pour la forme et malgré sa ténuité au squelette du fer de Pallas. Lodran est donc une syssidère.

» Cette conclusion est confirmée par l'observation microscopique d'une lame mince; et celle-ci, en vérifiant plusieurs faits annoncés déjà par M. Tschermak [1] m'a fourni quelques résultats qui méritent d'être mentionnés.

» Tout d'abord la structure des grains lithoïdes est fort intéressante. On y observe surtout des inclusions remarquables par leur volume relativement considérable. M. Tschermak a défini celles qu'on rencontre en grand nombre dans la bronzite, et qui, incolores et presque invisibles dans la lumière naturelle, se teignent de nuances très vives entre les deux nicols. J'ai eu l'occasion d'en voir plusieurs et de noter leurs remarquables accidents de coloration. Mais les grains de péridot m'en ont offert de bien plus intéressantes encore par la présence de noyaux solides enfermés dans des cavités sphéroïdales, qu'ils sont loin de remplir. L'une des vacuoles, chargée d'une substance incolore et active, possède cinq nucléoles noirs et opaques, qui, au grossissement de 550 diamètres, sont de formes tout à fait irrégulières. A 780 diamètres, leur aspect n'est pas notablement différent. Leur nature est peut-être indiquée par celle des inclusions noires noyées en plein silicate et que M. Tschermak considère comme du fer chromé. Contrairement à l'opinion du minéralogiste autrichien, ces inclusions, qu'il a dessinées à 120 diamètres, ne sont pas sphéroïdales, mais tout à fait polyédriques. C'est ce qu'on voit très nettement au grossissement de 550; il est cependant impossible, même dans ces conditions, d'y reconnaître aucun cristal.

» Un autre fait à rapprocher des inclusions est celui, fréquent surtout dans le péridot, de fissures de clivage contenant des granulations foncées, d'aspect dendritique, que M. Tschermak regarde encore comme constituées par le fer chromé. Cependant, si, au lieu de s'arrêter à 60 diamètres, comme il l'a fait, on examine ces dendrites à 140 ou même à 550, on s'aperçoit qu'elles sont loin d'être opaques et qu'elles présentent une nuance ocracée fort éloignée de celle de la chromite. A 780 diamètres, il est manifeste que

---

(1) *Sitzungsberichte d. K. Akad. d. Wissench. zu Wien*, t. LXI, 1870.

la matière qui les compose n'a aucune forme cristalline. Il s'agit vraisemblablement d'infiltrations, dans les craquellements du silicate, d'une matière qui n'a aucun rapport avec le fer chromé et dont l'emprisonnement date peut-être de la constitution même de la météorite.

» Cette remarque nous amène vers le côté vraiment géologique de l'étude de Lodran; et c'est sur ce côté, que personne n'a abordé jusqu'ici, que je désire appeler l'attention.

» Or, quand on examine une lame mince de la météorite, il est manifeste que les minéraux silicatés ne sont point des petits cristaux, comme on pourrait le croire à la vue de la fine poussière hyaline produite par la désagrégation de la météorite, mais des fragments irréguliers présentant, seulement d'une manière exceptionnelle, des facettes propres aux mesures goniométriques. Au point de vue lithologique cette observation a pour résultat de faire considérer la roche de Lodran comme un véritable *grès* à ciment métallique.

» Il s'en faut d'ailleurs de beaucoup que les fragments lithoïdes soient le plus souvent anguleux; dans un très grand nombre de points, ils sont au contraire fort arrondis et le métal en suit les contours sans solution de continuité. On peut reconnaître qu'ils proviennent de la démolition d'une roche antérieure où le péridot et le pyroxène étaient intimement associés, car certains grains présentent ces deux minéraux soudés ensemble.

» La structure de la masse de Lodran, tout exceptionnelle qu'elle soit parmi les météorites, n'est cependant pas sans analogues : parmi les roches terrestres, plusieurs, telles que le grès cupro-argentifère de Coro-Coro (Bolivie) et le grès galénifère de Commern (Prusse rhénane), ont avec la météorite une si intime ressemblance de structure qu'il ne paraît pas possible de leur supposer un mode de formation radicalement différent. Évidemment, dans tous ces cas, l'arrivée du ciment métallique a été postérieure à l'accumulation des grains pierreux et il en résulte la première notion certaine d'un vrai *sable météoritique*.

» Si l'on suppose que celui-ci, au lieu d'avoir été cimenté par le fer nickelé, fût resté incohérent, son entrée dans notre atmosphère eût donné lieu à l'une de ces chutes de poussières fréquemment enregistrées à la suite de l'explosion de bolides. Quant à la production du sable, elle peut être rattachée à des froissements de roches, comme il s'en produit dans le laboratoire des volcans, et ne suppose pas nécessairement l'intervention de l'eau liquide.

» Une fois le sable accumulé en certains points, il est devenu le siège de

la concrétion métallique, absolument comme à Coro-Coro et à Commern; seulement il est clair que cette concrétion a dû se faire par des procédés différents dans ces localités si diverses. Dans le gisement originel de la météorite de Lodran, il y a eu certainement réduction de chlorures métalliques pour l'hydrogène. Ce qui le prouve, c'est, outre l'imitation artificielle qu'on en réalise aisément, la structure même du ciment métallique, lequel montre en quelques points, à l'observation microscopique, la superposition de deux alliages d'aspect nettement différent et dont l'un encadre certains grains sableux d'une manière très exacte.

» Comme on voit, il y a donc ici évidemment la trace de phénomènes analogues à ceux qui ont accompagné la formation des autres syssidères concrétionnées. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Réponse à une Note de M.* Ch. Musset, *concernant l'existence simultanée des fleurs et des insectes sur les montagnes du Dauphiné* (1). Note de M. **Ed. Heckel**, présentée par M. Duchartre. (Extrait.)

« .... Je persiste à admettre que les insectes fécondateurs ne sont, en aucune façon, la cause de la luxuriance du système floral chez quelques espèces alpines. En effet, les insectes y fussent-ils en aussi grand nombre que dans la plaine (ce que n'a pas prouvé M. Musset), il n'y aurait pas de raison pour que les fleurs prissent à ces grandes hauteurs des proportions doubles de celles qu'elles ont partout ailleurs, si une autre cause n'intervenait plus activement. Cette cause, je la trouve dans la radiation solaire, plus intense sur les hauteurs que dans la plaine.

» La Note de M. Musset, malgré ses conclusions, n'infirme en aucune façon les données de ma Note, en ce qui concerne son but. Cette Note n'établit, en effet, qu'un point : c'est qu'il y a des insectes à cette altitude de 2000^m et 3000^m; mais, comme il y en a davantage dans la plaine, les fleurs devraient y être plus belles et plus voyantes, ce qui n'est pas. M. Musset, ne pouvant étayer par ses observations la théorie de Ch. Darwin, m'a prêté des opinions qui n'ont jamais passé dans mes écrits. C'est ce que cette Note a pour but d'établir (2). »

---

(1) *Comptes rendus*, 7 août 1882.

(2) M. Musset lui même reconnaît que « le nombre apparent des insectes *nectarophiles* est en rapport physiologique et physique avec l'état calorifique et hygrométrique, calme ou agité de l'atmosphère, et aussi avec l'état pluvieux, orageux, sombre ou lumineux du ciel ». J'ai lieu de supposer que cette année (1876-77) ne fut pas favorable à l'apparition des insectes nectarophiles.

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 27 novembre 1882.

Ministère du Commerce. Annuaire statistique de la France; 5e année, 1882. Paris, Impr. nationale, 1882; in-8°.

Statistique de la France; nouvelle série; t. IX. *Statistique annuelle,* année 1879. Paris, Impr. nationale, 1882; in-4°. (Deux exemplaires.)

Annales de la Société d'Agriculture, Histoire naturelle et Arts utiles de Lyon; 5e année, t. IV, 1881. Lyon, Pitrat, H. Georg; Paris, J.-B. Baillière, 1882; in-8°.

Traité d'embryologie et d'organogénie comparées; par Fr.-M. Balfour, traduit, avec l'autorisation de l'auteur, par H.-A. Robin; t. Ier. Paris, J.-B. Baillière, 1883; in-8°.

La campagne de Moïse pour la sortie d'Egypte; par E. Lecointre. Paris, au bureau du journal *Cosmos-les-Mondes,* et Gauthier-Villars, 1882; in-8°. (Présenté par M. de Lesseps.)

Mémoire sur le casernement des troupes; par M. Tollet. Paris, Capiomont et V. Renault, 1882; br. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Annales de la Société d'Agriculture, Sciences, Arts et Commerce du Puy; t. XXII et XXIII. Le Puy, impr. Marchesson, 1877-1882, 2 vol. in-8°.

Un poumon à six lobes; par MM. Testut et Marcondès. Bordeaux, impr. Bellier et Cie, 1882; br. in-8°.

Le muscle omo-hyoïdien et ses anomalies; par M. L. Testut; Paris, G. Masson, 1882; in-8°.

Les anomalies musculaires chez l'homme; par M. L. Testut. 1er fascicule: *Les muscles du tronc.* Bordeaux, impr. G. Gounouilhou, 1882; in-8°.

Des inoculations préventives dans les maladies virulentes; par le Dr E. Masse. Paris, G. Masson, 1883; in-8°.

The nautical Alemanac and astronomical ephemeris for the year 1886, *etc.* London, John Murray, 1882; in-8°.

P. Tacchini. *Sull' eclisse totale di Sole del* 17 *maggio* 1882, *osservato a Sohage in Egitto.* Roma, typogr. Botta, 1882; in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 DÉCEMBRE 1882.

PRÉSIDENCE DE M. JAMIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. Faye, en présentant à l'Académie, au nom du Bureau des Longitudes, le Volume de la *Connaissance des Temps* pour 1884, s'exprime ainsi :

« Des améliorations importantes ont été introduites dans nos éphémérides depuis 1875 et surtout depuis 1876. Nous les avons signalées successivement, d'année en année, à l'Académie. Le Volume actuel en présente plusieurs exemples. Ainsi, aux coordonnées écliptiques du Soleil, rapportées à l'équinoxe apparent de chaque jour, on a ajouté les coordonnées du même astre rapportées à l'équinoxe moyen du commencement de l'année. Les coordonnées rectilignes du Soleil, données de douze en douze heures, sont rapportées à l'équinoxe moyen du 1er janvier, mais on donne en même temps leurs réductions à l'équinoxe apparent pour midi moyen.

» Outre les coordonnées apparentes des planètes pour midi moyen, on a calculé les mêmes coordonnées pour l'instant du passage au méridien de Paris, et l'on a ajouté, pour les planètes inférieures dont les mouvements sont très rapides, les coordonnées à l'instant du passage inférieur au méridien.

» Les positions de 300 étoiles fondamentales sont données de dix en dix jours, et celles de 10 étoiles circompolaires de jour en jour.

» Depuis quelques années, la *Connaissance des Temps* fournit des distances lunaires très petites, que les marins réclamaient pour la détermination des longitudes en mer.

» Enfin on a ajouté à ce Volume de nouveaux éléments destinés à faciliter le calcul des occultations des étoiles et des planètes par la Lune, lorsqu'il s'agit d'en déduire la longitude du lieu de l'observation.

» Le Bureau des Longitudes, tenant compte de la multiplication des observatoires et de l'extension progressive que prennent les travaux astronomiques de théorie ou de pratique, a voulu que la *Connaissance des Temps* offrît aux calculateurs des données précises, au moyen du mode d'interpolation le plus simple.

» Ces améliorations sont dues à notre Confrère M. Lœwy, qui continue à diriger les calculs et la publication de la *Connaissance des Temps.* »

ASTRONOMIE. — *Observation du passage de Vénus dans la République argentine.* Note de M. **Mouchez**.

« La République argentine a organisé deux stations pour l'observation du passage de Vénus, l'une à Buenos-Ayres, aux frais du Gouvernement argentin, l'autre dans le sud de la province de Buenos-Ayres, aux frais du Gouvernement de cette province et sous l'initiative du gouverneur, M. Dardo Rocha.

» L'Académie apprendra sans doute avec plaisir que pour ces deux stations c'est à la France qu'on s'est adressé pour obtenir le personnel et les instruments nécessaires.

» J'ai fait faire les deux collections d'instruments absolument semblables aux nôtres et par les mêmes constructeurs; les observations seront donc parfaitement comparables. Ces instruments vont servir, après l'observation du passage, à la création d'observatoires permanents.

» Les observateurs sont, pour Buenos-Ayres, M. le lieutenant de vaisseau *Beuf*, officier très distingué, qui a quitté notre service depuis deux ans pour devenir Directeur de l'École navale de la République argentine, et pour la station du sud, M. Perrin, lieutenant de vaisseau, déjà bien connu dans la marine par ses travaux astronomiques.

» M. Perrin, sur la demande du gouvernement de Buenos-Ayres, a été autorisé par le Ministère de la Marine à prendre un congé de quelques mois pour aller remplir cette très intéressante mission.

» Je viens de recevoir de l'Amérique du Sud les dépêches télégraphi-

ques suivantes, qui donnent des nouvelles satisfaisantes des deux stations argentines et d'une des nôtres.

« Buenos-Ayres.

» Excellente observation des contacts intérieurs.

» *Signé :* Beuf. »

« Buenos-Ayres.

» Perrin a observé le second et le quatrième contact; Perrotin troisième et quatrième; excellentes conditions; mesures héliométriques; photographies.

» *Signé :* Dardo Rocha. »

» Je crois devoir profiter de cette circonstance pour faire connaître à l'Académie que M. le gouverneur Dardo Rocha, dont l'habile et intelligente administration a déjà rendu les plus grands services à son pays, se propose de faire entreprendre la carte géodésique de la province de Buenos-Ayres, en commençant par la mesure d'un arc de méridien. Ce serait une opération géodésique d'une très haute importance pour la Science, parce que nous n'avons encore dans l'hémisphère austral, par des latitudes un peu élevées, que le petit arc mesuré au dernier siècle au Cap de Bonne-Espérance, tandis que celui qu'on mesurerait aujourd'hui dans la République argentine, le long et au pied des Cordillères, pourrait avoir une très grande étendue et serait situé par une latitude beaucoup plus australe. Ce serait donc un très précieux élément nouveau pour l'étude de la forme du globe terrestre.

» Le Bureau des Longitudes, prévenu des intentions de M. le gouverneur Dardo Rocha et frappé de la grande utilité de cette opération, s'est mis à sa disposition pour l'assister, s'il le désire, dans l'accomplissement de cet important projet. Cette offre a été acceptée avec empressement et nous espérons que ce travail s'entreprendra prochainement.

» Je dois aussi faire savoir à l'Académie que la mission que l'Observatoire de Paris avait envoyée au nouvel observatoire du Pic du Midi, pour l'observation du passage de Vénus, n'a pas réussi à cause du mauvais temps. MM. Paul et Prosper Henry ont dû montrer une grande énergie, pour surmonter toutes les difficultés que leur opposaient le mauvais temps et les chutes abondantes et prématurées de neige qui caractérisent si malheureusement l'année actuelle. Les instruments ont été portés à 2400^m de hauteur, à l'ancien observatoire Plantade, à 500^m au-dessous du pic où a été construit le nouvel observatoire, qu'il n'a pas été possible d'atteindre. Tout était parfaitement disposé et prêt pour l'observation du 6 décembre, à une hauteur

où, l'année dernière, le ciel était resté constamment pur pendant le mois de décembre; mais une brume épaisse et presque continuelle a régné pendant les quinze jours que MM. Henry ont séjourné à l'observatoire Plantade et n'a pas permis de faire l'observation du passage.

» A Paris, le ciel, fort sombre toute la journée du 6, a également rendu inutiles tous nos préparatifs. »

ASTRONOMIE. — *Installation et opérations préliminaires de la mission pour l'observation du passage de Vénus, à Fort-de-France.* Extrait d'une Lettre de M. **Tisserand** à M. Mouchez.

« Fort-de-France, 22 novembre 1882.

» Arrivés à Fort-de-France le 20 septembre, nous avons commencé par faire quelques excursions dans l'île, pour déterminer le meilleur emplacement de notre futur observatoire; nous avons choisi finalement le fort Tartenson, situé à 1^{km} environ de Fort-de-France; la construction des cabanes destinées à abriter nos instruments a demandé un temps assez long. Le 20 octobre, j'ai pu commencer les observations méridiennes de la Lune, et durant cette lunaison j'ai obtenu six observations du premier bord et neuf du second. J'en ai déduit notre longitude, en admettant les corrections de M. Newcomb aux Tables de la Lune, publiées par la *Connaissance des Temps*. Les valeurs obtenues présentent un accord très satisfaisant, ce qui montre que les corrections de M. Newcomb sont bien déterminées, à une constante près.

» D'autre part, nous pouvions nous rattacher au réseau géodésique de l'île, dû à Mounier; cela a demandé une petite triangulation, qui a été exécutée par MM. P. Puiseux et Térao. J'ai pu ainsi déterminer la différence de notre longitude et de celle déterminée télégraphiquement à Saint-Pierre en 1876, par les Américains. Je crois pouvoir en conclure que les corrections de M. Newcomb ne sont pas en erreur de six ou sept centièmes de seconde de temps.

» Le 7 novembre, nous installions et réglions l'équatorial de 6 pouces ($0^m,162$); le soir même, M. G. Bigourdan l'employait pour déterminer la position de la grande comète *b* 1882; jusqu'à ce jour, il a réussi à en faire huit observations, qui seront publiées ultérieurement. M. Bigourdan fait les remarques suivantes, au sujet de la comète :

» Le noyau est diffus et allongé; sa longueur est de $1',2$, et sa largeur » de $0',3$ environ; il présente plusieurs points plus brillants que les par-

» ties voisines. Rapprochée de ce fait que la comète suit une route peu » différente de celles des grandes comètes de 1843 et de 1880, cette particularité fait songer à une division possible de la comète, analogue à » celle qu'a présentée la comète de Biela. »

» Tous nos instruments sont en fonction, et nous sommes prêts pour l'observation du passage; les alizés de nord-est ne sont pas encore établis d'une manière définitive, et le temps est un peu variable. J'espère cependant qu'il sera beau le 6 décembre prochain. »

ASTRONOMIE. — *Observations du passage de Vénus sur le Soleil, faites à l'Observatoire de Marseille le 6 décembre* 1882. Note de M. **Stephan**.

« La pureté du ciel à Marseille, pendant le passage de Vénus sur le Soleil, a laissé beaucoup à désirer; nous avons pu néanmoins observer le phénomène dans des conditions que je crois bonnes.

» Durant la matinée du 6, il y avait lieu d'espérer une très belle journée: le ciel était clair et le vent soufflait légèrement du nord-ouest (mistral faible), ce qui, en Provence, est presque toujours une garantie de beau temps; mais vers midi le vent tomba complètement et, à partir de 1^h, le ciel commença à se charger au couchant. En quelques instants, les nuages, qui montaient de l'ouest, formèrent une couche de plus en plus compacte; vers 1^h30^m, le Soleil était entièrement caché : on ne l'apercevait que par intervalles et tout donnait à croire que, contrairement aux prévisions favorables du matin, toute observation serait impossible. Heureusement il n'en devait pas être ainsi.

» Un peu avant le premier contact externe, les nuages deviennent moins épais dans la région du Soleil, dont on commence à distinguer le limbe. Au moment où le contact se produit, il passe encore quelques nuages qui vont en s'épaississant de nouveau, et ce n'est que par instants qu'on peut entrevoir le Soleil; enfin, vers 2^h30^m, il se produit une éclaircie qui s'accentue avec quelques alternatives d'obscurcissement jusqu'au deuxième contact, au moment duquel le pourtour solaire est bien net, malgré le rideau de cirrhus interposé, et cette éclaircie persiste jusqu'à 3^h20^m environ. A partir de ce moment, le Soleil n'a plus été visible de la journée.

» *Observateurs et instruments.* — Les observateurs qui ont participé aux observations sont :

» M. Stephan, observant au télescope Foucault de $0^m,80$ d'ouverture; grossissement, 240.

» M. Borrelly, au chercheur de $0^m,18$; grossissement, 140.

» M. Coggia, à l'équatorial de $0^m,26$; grossissement, 130.

» MM. Lubrano et Maitre, à deux petits équatoriaux de $0^m,09$; grossissement, 100 et 70.

» Le télescope était diaphragmé sur le pourtour par un écran de $0^m,60$ de diamètre et par un disque central de $0^m,30$; il restait donc, comme ouverture libre, une couronne annulaire de $0^m,15$ de rayon intérieur et de $0^m,30$ de rayon extérieur.

» Le chercheur, dont l'objectif présente un défaut sur le bord, était diaphragmé par un écran percé d'une ouverture centrale de $0^m,15$ de diamètre.

» Le grand équatorial et les deux petits étaient dépourvus de diaphragme. A ces deux derniers instruments, on a observé sans verre coloré.

» *Premier contact externe.* — Il a été dit qu'au moment de ce premier contact des nuages passaient encore rapidement devant le Soleil; néanmoins, MM. Borrelly et Coggia ont cru en avoir noté l'instant avec assez d'exactitude; mais leurs observations présentent peu de concordance. Voici les heures données par ces observateurs :

	Temps moyen de Marseille.
Borrelly (chercheur).................	Entre $2^h20^m51^s,5$ et $54^s,5$
Coggia (équatorial).....................	$2^h21^m57^s$

» Aux petits instruments, MM. Lubrano et Maitre n'ont pas saisi l'instant même du contact, mais ont seulement constaté une échancrure bien caractérisée du bord solaire à $2^h22^m34^s$.

» Quant au télescope, le bord du Soleil y était si mal défini qu'il a été impossible de donner un nombre, même approximatif.

» *Premier contact interne.* — Les résultats trouvés sont :

MM. Stephan (télescope).......	$2^h.42^m.\ 6^s,8$, contact encore incertain	bord solaire très ondulant.	
»	2.42.21,0, contact sûrement produit		

» L'observateur croit pouvoir assigner comme instant du contact $2^h42^m10^s$.

	Temps moyen de Marseille.
Borrelly (chercheur).....................	Entre $2^h.41^m.58^s,3$ et $59^s,3$
Coggia (équatorial).....................	2.42.17,5
Lubrano et Maitre (pet. équat.).........	2.42.14,0

» Dans aucun des instruments on n'a constaté l'apparence du linéament

noir, tel qu'il est décrit par les anciens observateurs. Au télescope, alors que le contact paraissait encore incertain, on a seulement remarqué un peu d'empâtement au point de contact.

» Au chercheur et à l'équatorial, MM. Borrelly et Coggia ont vu apparaître brusquement le filet lumineux et donnent leurs observations respectives comme exemptes de toute hésitation. En 1868, Le Verrier, observant la sortie de Mercure avec le même chercheur, mais avec un plus petit diaphragme, avait, au contraire, constaté d'une manière très prononcée le phénomène de la goutte noire.

» Aux petits équatoriaux, les observateurs ont aussi éprouvé une impression brusque. M. Maitre indique seulement que, trompé par les ondulations des bords du Soleil et de la planète, il avait noté une première fois le contact quatre ou cinq secondes trop tôt, et M. Lubrano, un peu avant l'instant du contact, a cru voir au bord du Soleil comme un petit renflement extérieur.

» *Observations supplémentaires.* — Entre les deux contacts, MM. Stephan et Borrelly ont pu effectuer quelques mesures de la distance des pointes lumineuses de l'échancrure solaire. Après le deuxième contact, les mêmes observateurs ont fait un assez grand nombre de déterminations des diamètres de Vénus. Au chercheur et à l'équatorial, où l'étendue du champ permet de telles mesures, MM. Borrelly et Coggia ont comparé, en ascension droite et en déclinaison, les bords de la planète au premier bord et au bord inférieur du Soleil.

» En résumé, le phénomène n'a été observé à Marseille qu'au travers d'un voile de vapeurs, mais nous ne pensons pas que l'interposition de cet écran naturel constitue une circonstance défavorable pour l'exactitude des mesures de position. Peut-être même serait-ce la meilleure condition possible, pour des observations de cette nature, qu'une légère brume atténuant l'intensité excessive des rayons solaires, si l'appréhension d'un obscurcissement trop complet ne causait aux observateurs une inquiétude qui peut, jusqu'à un certain point, leur faire perdre de leur sang-froid. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Nouveaux faits pour servir à la connaissance de la rage;* par M. **L. Pasteur**, avec la collaboration de MM. **Chamberland**, **Roux** et **Thuillier**.

« De toutes les maladies, la rage paraît être celle dont l'étude offre le plus de difficultés. L'observation clinique est impuissante : il faut recourir

sans cesse à l'expérimentation; mais la signification de la moindre tentative expérimentale se heurtait naguère encore à des doutes insurmontables.

» La salive était la seule matière où l'on eût constaté la présence du virus rabique ([1]). Or la salive inoculée par morsure ou par injection directe dans le tissu cellulaire ne communique pas la rage à coup sûr. En outre, quand la maladie se déclare, ce n'est qu'après une incubation toujours longue, dont la durée est variable et indéterminée.

» De ces particularités, il résulte que, si l'on veut porter un jugement sur des expériences d'inoculations dont les résultats sont négatifs, on craint toujours, soit de ne pas avoir maintenu assez longtemps en observation les sujets inoculés, soit d'être en présence d'expériences avortées. En joignant à ces circonstances certaines difficultés de se procurer à volonté le virus, la répugnance et le danger de manier des chiens rabiques, on comprend aisément que l'étude de la rage soit faite pour déconcerter.

» La situation n'est plus la même aujourd'hui.

» Lorsque je résolus, il y a deux ans, de soumettre cette maladie à une étude approfondie, sans me faire illusion sur les difficultés et les longueurs d'une telle étude, je compris que le premier problème à résoudre devait consister dans la recherche d'une méthode d'inoculation du mal qui, tout en supprimant sa trop longue incubation, le ferait apparaître avec certitude. Cette méthode, nous l'avons trouvée et, en mon nom et au nom de mes collaborateurs, je l'ai exposée dans une Note, présentée à cette Académie le 30 mai 1881. Elle repose d'une part sur ce fait, que le système nerveux central est le siège principal du virus rabique, qu'on l'y trouve en grande quantité, qu'on peut l'y recueillir à l'état de parfaite pureté; en second lieu, que la matière rabique inoculée pure à la surface du cerveau, à l'aide de la trépanation, donne la rage rapidement et sûrement.

» Depuis lors, nous avons trouvé les mêmes avantages, avec des formes de rage un peu différentes, dans une autre méthode d'une application encore plus facile, l'injection intraveineuse du virus.

» Les deux grands obstacles à une étude expérimentale de la rage se trouvaient levés désormais.

» Quoique les nouvelles recherches que j'ai l'honneur de communiquer aujourd'hui à l'Académie laissent encore beaucoup à désirer, telles qu'elles sont néanmoins, elles suggèrent en foule des vues et des tentatives nouvelles. Et puis, comme le dit Lavoisier, « on ne donnerait jamais rien au public si

---

([1]) Voir Galtier, *Bulletin de l'Académie de Médecine*, 25 janvier 1881.

» l'on voulait atteindre le bout de la carrière qui se présente successivement » et qui paraît s'étendre à mesure qu'on avance pour la parcourir ».

» J'ai pensé que mon exposition gagnerait en clarté et en brièveté, si je me bornais à résumer les conséquences qui se dégagent de notre étude, en réservant les détails des faits pour les joindre ultérieurement, à titre de documents, à la présente Communication.

» I. La rage mue et la rage furieuse, plus généralement toutes les formes de rage, procèdent d'un même virus. Nous avons reconnu, en effet, qu'on peut passer expérimentalement de la rage furieuse à la rage mue et, inversement, de la rage mue à la rage furieuse.

» II. Rien n'est plus varié que les symptômes rabiques. Chaque cas de rage a, pour ainsi dire, les siens propres, et il y a tout lieu d'admettre que leurs caractères dépendent de la nature des points du système nerveux, encéphale et moelle épinière, où le virus se localise et se cultive.

» III. Dans la salive rabique, le virus se trouvant associé à des microbes divers, l'inoculation de cette salive peut donner lieu à trois genres de mort :

» La mort par le microbe nouveau que nous avons fait connaître sous le nom de *microbe de la salive;*

» La mort par des développements exagérés de pus ;

» La mort par la rage.

» IV. Le bulbe rachidien d'une personne morte de rage, comme celui d'un animal quelconque également mort de rage, est toujours virulent.

» V. Le virus rabique se rencontre non seulement dans le bulbe rachidien, mais, en outre, dans tout ou partie de l'encéphale.

» On le trouve également localisé dans la moelle, et souvent dans toutes les parties de la moelle.

» La virulence dans la moelle, soit supérieure, soit moyenne, soit lombaire, même tout près du chevelu, ne le cède en rien à la virulence de la matière du bulbe rachidien ou des parties de l'encéphale.

» Tant que les matières de l'encéphale ou de la moelle ne sont pas envahies par la putréfaction, la virulence y persiste.

» Nous avons pu conserver un cerveau rabique avec toute sa virulence, trois semaines durant, à une température voisine de 12°.

» VI. Pour développer la rage rapidement et à coup sûr, il faut recourir à l'inoculation à la surface du cerveau, dans la cavité arachnoïdienne, à l'aide de la trépanation. On réalise également la double condition de la suppression d'une longue durée dans l'incubation et de l'apparition certaine

du mal par l'inoculation du virus pur dans le système circulatoire sanguin.

» Pour la mise en œuvre de ces méthodes, la coopération de M. Roux nous a été aussi active que précieuse. Il y a acquis une habileté assez grande pour que les accidents consécutifs aux traumatismes soient une très rare exception.

» Par l'emploi de ces méthodes, si favorables à l'étude expérimentale de la maladie, la rage se déclare souvent au bout de six, huit et dix jours.

» VII. La rage communiquée par injection de la matière rabique dans le système sanguin offre très fréquemment des caractères fort différents de ceux de la rage furieuse donnée par morsure ou par trépanation, et il est vraisemblable que beaucoup de cas de rage silencieuse ont dû échapper à l'observation. Dans les cas de rage qu'on pourrait appeler rages *médullaires*, les paralysies promptes sont nombreuses, la fureur souvent absente, les aboiements rabiques rares; par contre, les démangeaisons sont parfois effroyables.

» Les détails de nos expériences portent à croire que dans les inoculations par le système sanguin, telles que nous les avons déterminées, la moelle épinière est la première atteinte, c'est-à-dire que le virus s'y fixe et s'y multiplie tout d'abord.

» VIII. L'inoculation, non suivie de mort, de la salive ou du sang de rabique, par injection intraveineuse chez le chien, ne préserve pas ultérieurement de la rage et de la mort, à la suite d'une inoculation nouvelle de matière rabique pure, faite par trépanation ou par inoculation intraveineuse (¹).

» IX. Nous avons rencontré des cas de guérison spontanée de rage après que les premiers symptômes rabiques seuls s'étaient développés, jamais après que les symptômes aigus avaient apparu.

» Nous avons rencontré également des cas de disparition des premiers symptômes, avec reprise du mal après un long intervalle de temps (deux mois); dans ces circonstances, les symptômes aigus ont été suivis de mort, comme dans les cas habituels.

» X. Dans une de nos expériences, sur trois chiens inoculés en 1881, dont deux avaient pris rapidement la rage et en étaient morts, le troisième, après avoir manifesté les premiers symptômes, s'est guéri.

(¹) Ces résultats contredisent ceux qui ont été annoncés par M. Galtier, à cette Académie, le 1er août 1881, par des expériences faites sur le mouton.

» Ce dernier chien, réinoculé en 1882, à deux reprises, par trépanation, n'a pu devenir enragé.

» En conséquence, la rage, quoiqu'elle ait été bénigne dans ses symptômes, n'a pas récidivé.

» Voilà un premier pas dans la voie de la découverte de la préservation de la rage.

» XI. Nous possédons présentement quatre chiens qui ne peuvent prendre la rage, quels que soient le mode d'inoculation et l'intensité de la virulence de la matière rabique.

» Les chiens témoins, inoculés en même temps, prennent tous la rage et en meurent.

» Ces quatre chiens comprennent le précédent, celui de la proposition X. Comme ce dernier, sont-ils préservés contre la rage par la maladie bénigne guérie, qui aurait échappé à l'observation, ou sont-ils réfractaires naturellement à la rage, si tant est qu'il y ait de tels chiens? C'est un point que nous examinerons ultérieurement et prochainement.

» Je me borne à ajouter que, l'homme ne contractant jamais la rage qu'à la suite d'une morsure par un animal enragé, il suffirait de trouver une méthode propre à s'opposer à la rage du chien pour préserver l'humanité du terrible fléau. Ce but est encore éloigné, mais, en présence des faits qui précèdent, n'est-il pas permis d'espérer que les efforts de la science actuelle l'atteindront un jour?

» C'est à l'obligeance de M. Bourel, vétérinaire à Paris, bien connu par ses publications sur la rage, que nous avons dû les deux premiers chiens à rage furieuse et à rage mue employés au début de nos expériences (décembre 1880). Depuis lors, la rage a été entretenue sans discontinuité dans mon laboratoire. A diverses reprises, nous avons pu utiliser des chiens morts de rage à l'École d'Alfort, grâce à l'empressement à nous servir de MM. Goubaux, directeur, et Nocard, professeur distingué de cette École, Enfin, tout récemment, M. Rossignol, vétérinaire à Melun, nous a procuré la tête d'une vache, morte enragée chez un fermier de sa clientèle, à la suite des morsures d'un chien enragé.

» Il est intéressant de savoir que déjà sont morts de la rage (le dernier, ce matin même) tous les animaux inoculés par trépanation, le 22 novembre dernier, à l'aide du bulbe du cerveau de cette vache, à l'aide du lobe moyen du cervelet, à l'aide du lobe sphénoïdal droit, enfin par la matière du lobe frontal gauche, d'où il résulte que toutes les parties de l'encéphale de cette bête avaient cultivé en abondance le virus rabique. Cependant, à

l'exception d'une forte congestion du lobe frontal gauche et d'une congestion moindre dans la moelle allongée, toutes les parties du cerveau paraissaient très saines.

» Les propositions qui précèdent sont le fruit d'observations recueillies dans des épreuves d'inoculations de rage, au nombre de plus de deux cents, sur des chiens, des lapins, des moutons. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Séparation du gallium* (¹).
Note de M. **Lecoq de Boisbaudran.**

« *Séparation d'avec le bismuth.* — Trois procédés sont recommandables :

» 1° La solution chlorhydrique sensiblement acide est saturée par le gaz sulfhydrique. On obtient tout le bismuth sous forme de sulfure, ne retenant pas de gallium. L'opération réussit alors même que la liqueur acide a été troublée par une dilution préalable.

» 2° On pourrait réduire le bismuth par le zinc dans une solution maintenue légèrement acide, mais il vaut mieux se servir de cuivre, qui n'introduit pas d'impuretés comme le fait ordinairement le zinc et dont la séparation ultérieure d'avec le gallium est très facile. On traitera donc, pendant douze à dix-huit heures, la solution chlorhydrique sensiblement acide par un excès de cuivre métallique divisé. L'essai sera maintenu pendant ce temps à une douce chaleur, qui hâtera beaucoup le dépôt du bismuth. On ne trouve pas de bismuth dans la liqueur, non plus que de gallium dans le dépôt (ou à peine une faible trace). La formation de protochlorure de cuivre insoluble est sans inconvénient.

» 3° Dans une liqueur contenant un tiers de son volume de H Cl concentré et en présence du bismuth, le chlorure de gallium est précipité par le prussiate jaune de potasse, soit à froid, soit vers 60° à 70°. Le cyanoferrure de gallium, bien lavé à l'eau chlorhydrique, ne retient pas de bismuth. Il est à remarquer que, contrairement aux indications des Traités de Chimie, le précipité formé par le prussiate et le chlorure de bismuth est facilement soluble dans l'acide chlorhydrique, *même étendu*.

» La potasse bouillante ne permet guère de séparer nettement Ga de Bi. L'oxyde précipité est bien exempt de gallium, mais la liqueur alcaline retient une quantité très notable de bismuth, ainsi qu'il m'est souvent arrivé de l'observer. On admet généralement, mais à tort, que, dans les

(¹) *Comptes rendus*, octobre 1882, p. 703.

analyses, l'oxyde de bismuth est complètement précipité par la potasse.

» *Séparation d'avec le cuivre.* — Suivant les cas, on choisira parmi les quatre méthodes suivantes, toutes bonnes, mais dont la première est cependant à préférer chaque fois qu'elle sera applicable.

» 1° La solution chlorhydrique, notablement acide, est traitée par un courant de gaz sulfhydrique. Le sulfure de cuivre se lave de suite avec de l'eau acidulée et chargée de H^2S.

» 2° A l'ébullition, prolongée pendant quelques minutes, la potasse précipite de l'oxyde de cuivre anhydre qui ne renferme pas de gallium. La séparation est bonne.

» 3° Dans une solution maintenue légèrement acide, le zinc enlève aisément le cuivre, sans entraîner de gallium; mais il est de beaucoup préférable de réduire le cuivre au moyen de l'électrolyse de la solution sulfurique bien exempte de chlore. L'opération s'exécute dans un vase de platine, en prenant les précautions que j'ai autrefois recommandées pour le dosage électrolytique du cuivre ([1]).

» 4° L'ébullition prolongée, après sursaturation ammoniacale, permet de séparer le gallium du cuivre, pourvu que ce dernier métal ne soit pas très abondant, cas dans lequel l'opération aurait besoin d'être répétée plusieurs fois. La liqueur chlorhydrique primitive doit être très acide, afin qu'elle contienne ensuite une notable quantité de chlorhydrate d'ammoniaque.

» *Séparation d'avec le mercure.* — Des trois procédés suivants, le premier, exact et rapide, est particulièrement recommandable.

» 1° On traite par un excès d'hydrogène sulfuré la solution chlorhydrique notablement acide.

» 2° Le mercure pourrait être réduit par le zinc dans une liqueur maintenue légèrement acide, mais il y a un avantage marqué à se servir de cuivre. La réduction du mercure est plus rapide que celle du bismuth; elle est complète et le précipité ne contient pas de gallium. La formation d'un dépôt de protochlorure de cuivre ne nuit pas.

» 3° Le prussiate jaune de potasse convient pour séparer Ga de Hg, toujours en solution chlorhydrique très acide. Le précipité, soigneusement lavé à l'eau chlorhydrique, ne retient pas de mercure.

» Les Ouvrages de Chimie générale enseignent que le précipité formé par la potasse dans les sels mercuriques est insoluble dans un excès de

---

([1]) Voir *Bulletin de la Société chimique*; 1867, 1er sem., p. 468; 1869, 1er sem., p. 35.

réactif. Cependant, KHO ne peut pas servir à séparer Hg de Ga; car, en réalité, la liqueur alcaline retient de notables quantités de mercure. La portion de l'oxyde de mercure qui se précipite à l'ébullition est, du reste, exempte de gallium. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Études nouvelles tendant à établir la véritable nature de la glairine ou barégine et le mode de formation de cette substance dans les eaux thermales et sulfureuses des Pyrénées.* Note de M. N. JOLY.

« *Résumé et conclusions.* — Des faits que j'ai exposés ailleurs [1], et des faits plus récents encore que j'ai observés cette année à Bagnères-de-Luchon, il est permis, je crois, de tirer les conclusions suivantes :

» 1° La *glairine concrète* des chimistes (*barégine,* Lonchamps; *glairine,* Anglada), que l'on trouve dans presque toutes les eaux thermo-sulfureuses des Pyrénées, est une substance très complexe, dans la composition de laquelle entrent, comme éléments constitutifs essentiels, les détritus d'une foule d'animaux et de végétaux, à la liste déjà longue et bien connue desquels nous venons d'ajouter une espèce (peut-être nouvelle?) d'Annélide sétigère (*Nais sulphurea?*) et un Entomostracé appartenant au genre *Cyclops*.

» 2° Des substances inorganiques très diverses (*cristaux de soufre, fer sulfuré, silice,* etc.) se trouvent, en plus ou moins grande quantité, mêlées à la *glairine proprement dite* et en augmentent la masse.

» La matière organique azotée qui existe à l'état de dissolution dans les eaux sulfureuses des Pyrénées nous paraît devoir être attribuée, du moins en grande partie, à la décomposition ultime des matières végétales et animales provenant des êtres organisés qui vivent ou ont vécu dans ces mêmes eaux.

» 3° La *Sulfuraire* est, à l'état vivant, une production bien différente de la *glairine* à l'état muqueux (*sulfo-mucose,* Cazin) ou membraneux (sulfo-diphtérose du même auteur), et ne doit pas être confondue avec elle; mais ces détritus, ajoutés à ceux des nombreux organismes inférieurs que nous avons cités, entrent le plus souvent pour une notable proportion dans la constitution de cette matière végéto-animale.

---

[1] Voir mon Mémoire intitulé: *Études nouvelles sur les substances organiques ou organisées contenues dans les eaux thermales sulfureuses des Pyrénées,* dans le volume publié par l'Association française pour l'avancement des Sciences, en 1881, p. 600; Congrès d'Alger.

» 4° La glairine complexe de Luchon provient, en grande partie et presque en totalité, de la décomposition des cadavres de *Naïs*, de *Cyclops*, d'*Infusoires* et de *Sulfuraires*, que nous avons observés à l'état vivant dans les réservoirs et la conduite des galeries souterraines de cette station thermale.

» 5° Grâce à des circonstances exceptionnellement favorables, nous avons pu prendre, pour ainsi dire, la nature sur le fait, et assister à la formation de la glairine complexe, en suivant jour par jour les progrès de la décomposition des cadavres des animaux que nous avions sous les yeux.

» 6° L'aspect de cette glairine de nouvelle formation, comparé à celui de la glairine ancienne, a fini, au bout de quelques mois, par offrir avec cette dernière une ressemblance tellement frappante, que l'on peut logiquement conclure à l'identité des deux produits. Les dessins que nous avons l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie lui permettront, nous l'espérons du moins, de fixer son jugement sur ce point important de la question qui nous occupe.

» 7° Les observations que nous avons eu, cette année même, l'occasion de faire, ou plutôt de renouveler, sur les mouvements indubitables de la Sulfuraire de Luchon, donnent un nouveau poids à l'opinion que nous avons émise ailleurs sur la nature de cette production, qui est pour nous une véritable Oscillaire et doit être rangée, conséquemment, dans le Règneanimal. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la conservation de l'énergie solaire. Réponse à la Note critique de M.* C.-W. Siemens; par M. **G.-A. Hirn.**

« Dans les *Comptes rendus* du 27 novembre dernier, M. Siemens cherche à réfuter les diverses objections que j'ai faites à sa nouvelle théorie de la conservation de la radiation solaire. Il est facile de montrer que la réponse de l'éminent physicien n'élimine aucun de mes arguments.

» I. En ce qui concerne la température de la photosphère du Soleil, je me suis appuyé sur ce que M. Langley a publié à ce sujet dans les *Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences,* 9 octobre 1878, p. 106.

» Ayant, à l'aide d'une méthode expérimentale neuve et originale, comparé la radiation du Soleil avec celle de l'acier Bessemer en pleine fusion, M. Langley a trouvé que, à égalité de surface rayonnante, la première est au moins quatre-vingt-sept fois supérieure à la seconde : et ce nombre est *un minimum*. Le nombre réel est nécessairement beaucoup plus grand, selon

l'auteur lui-même, si l'on tient compte des conditions où s'est faite l'expérience. M. Langley montre d'ailleurs que la température de cet acier en pleine fusion était alors de près de 2000°.

» Si l'on suit attentivement la description des expériences de M. Langley, et si l'on remarque le mode judicieux d'emploi qu'il a fait de la pile thermo-électrique, on s'assure aisément que l'expression de *grandeur de radiation* ne signifie plus ici valeur de la *quantité de chaleur* émise en un même temps, mais qu'elle signifie *intensité de la chaleur,* autrement dit, *température*. En ce sens, le travail de M. Langley, que tous les physiciens s'accorderont certainement à considérer comme un des plus beaux qui aient été produits sur ce sujet, ce travail, dis-je, est décisif quant à la détermination du *minimum* de température à adjuger au Soleil, et quand j'ai indiqué 20000° pour ce *minimum*, en partant de calculs que j'ai faits, je suis resté bien probablement au-dessous de la valeur réelle.

» A l'appui de ce qui précède, je présente un argument d'une espèce très différente. Parmi les nombreux titres de M. Clausius à la reconnaissance du monde savant, l'un des plus frappants, c'est la manière dont cet analyste a caractérisé ce qui constitue la température des corps. Il a su montrer que chaque température est quelque chose de spécifique à l'*état* même de la chaleur dans les corps et dans l'espace; et, entre autres, qu'une température ne peut pas être *élevée* par simple *concentration* des rayons; que si, avec un miroir concave *parfait,* nous rassemblions toute la chaleur rayonnée par un corps à 100°, par exemple, si grand qu'il soit, le thermomètre placé au foyer ne pourrait s'élever au plus qu'à 100°. *Au plus,* dis-je, car, en tenant compte expérimentalement de toutes les causes de pertes qui interviendraient ici, on reconnaît que les 100° ne pourraient même jamais être atteints en réalité.

» Il suit de là que si, à l'aide de miroirs concaves ou de lentilles, nous concentrons les rayons solaires sur une surface très petite, la température que marquera un thermomètre au point de concentration ne pourra jamais être qu'un *minimum* par rapport à la température réelle du Soleil. Les expériences qui ont été faites jusqu'ici nous ont appris que, à mesure qu'on augmente la surface des lentilles ou des réflecteurs, la température au foyer s'élève, et rien pour le moment ne permet même de *présumer* seulement la limite de cette élévation. Or, on sait que, à l'aide des lentilles imparfaites dont on a disposé, on est parvenu à allumer le diamant et à fondre le platine; il est plus que probable qu'avec des réflecteurs ou des réfracteurs plus grands et plus parfaits, tels qu'on pourrait les con-

struire aujourd'hui, l'effet obtenu serait plus grand *en proportion*. Acceptant toutefois comme limite ce qui a été trouvé déjà, et remarquant que, par la forme même qu'on est obligé de donner à l'expérience, plus des $\frac{9}{10}$ de la chaleur et de la lumière solaire disponible sont perdus pour le thermomètre au foyer, on arrive encore, pour la température réelle du Soleil, à un chiffre bien supérieur à 2000° (¹).

» La température du Soleil ne pouvant être à beaucoup près aussi basse que l'admettent M. Siemens et d'autres savants, ma première objection subsiste dans toute sa force : à savoir que les combinaisons chimiques, supposées reproduites pendant leur chute vers le Soleil, seraient de nouveau dissociées et que la chaleur d'abord engendrée serait de nouveau consommée pour cette dissociation.

» II. Je passe immédiatement à la troisième objection. Dans les recherches que j'ai faites pour déterminer les effets variés qui résulteraient de la présence d'un fluide matériel dans l'espace, j'ai dû recourir à des méthodes analytiques particulières, que je ne puis exposer ici. Je me borne à dire que je suis parti, pour la mise en équation des problèmes, des principes généralement admis en Hydrodynamique, et sur la validité desquels je ne crois pas qu'il puisse y avoir de contestation sérieuse.

» Un fluide matériel, *n'offrant aucune résistance aux corps qui s'y meuvent*, n'existe certainement nulle part dans la nature et ne peut répondre qu'à une conception de l'esprit, reposant sur des hypothèses non vérifiées. L'inflammation des étoiles filantes, des bolides, des aérolithes, à des hauteurs où la densité de l'air est réduite au dix-millième, et peut-être bien audessous, prouve suffisamment que, par suite de leur vitesse *planétaire*, ces corps éprouvent une résistance colossale, et qu'il n'y a là-haut rien absolument de changé aux phénomènes que nous pouvons étudier à la surface de la Terre. S'il est une partie de la Mécanique appliquée où les lois déterminées sur une petite échelle se vérifient de la façon la plus satisfaisante sur une échelle indéfinie, c'est certainement la branche de l'Hydrodynamique qui a pour objet l'étude des lois de la résistance d'un fluide indéfini au mouvement des corps, grands ou petits, qui y sont plongés ; ou, inversement, de la pression exercée par un fluide indéfini en mouvement sur les corps en repos. Le degré de précision où l'on est parvenu dans les

---

(¹) Mon intention est de faire des expériences dans le sens indiqué ci-dessus. D'après les dispositions que j'ai déjà arrêtées, je suis persuadé que je parviendrai à fixer le minimum de la température solaire.

calculs de la Balistique, l'exactitude avec laquelle on peut évaluer les effets mécaniques du vent sur les obstacles (bâtiments, voilures des vaisseaux, moulins à vent, etc., etc.) que rencontre le fluide, confirment pleinement la validité des principes sur lesquels reposent les calculs. A moins d'inventer des propriétés nouvelles pour la matière, à moins de tailler en plein dans le domaine de l'hypothèse et de l'arbitraire, rien absolument ne nous autorise à dire qu'un fluide matériel répandu dans l'espace se comporterait à l'égard des planètes, des comètes, des astéroïdes, autrement que ne le fait l'air, à tel degré de densité qu'on voudra, à l'égard des corps, petits ou grands, qui s'y meuvent, et en particulier à l'égard de ces mêmes astéroïdes, devenus des étoiles filantes ou des bolides. Je maintiens, en un mot, la fraction $0^{kg},0000000000000001$, comme exprimant la densité d'un fluide matériel interstellaire dont l'existence, supposée réelle, rendrait impossible celle des atmosphères planétaires. »

VISION DES COULEURS. — *Exemple du noir vu en rouge orangé.* Note de M. A. Trécul.

« A l'occasion de la Communication de M. Chevreul, je prie l'Académie de me permettre de lui faire part d'un fait curieux, qui est en harmonie avec les théories de notre illustre doyen.

» M. Chevreul nous a parlé quelquefois d'objets noirs vus en rouge. Des joueurs de dés, par exemple, virent rouges les points noirs de leurs dés. J'ai observé un phénomène analogue, qui me paraît digne d'être noté. Le voici :

» Vers la fin de l'été dernier, après une de nos courtes séances, je remontais le quai pour rentrer chez moi, quand, arrivé au pont Saint-Michel, je fus croisé par une dame couverte d'un voile noir. Ce voile, fait d'un réseau à mailles assez étroites, était éclairé directement par le soleil. Quand cette dame passa devant moi, tous les nœuds du réseau étaient extérieurement colorés en rouge orangé (de la couleur d'une orange très mûre), tandis que la moitié interne des nœuds était restée noire. Or, le noir des teinturiers est du bleu à un ton très intense. La couleur rouge-orange, formée de rouge et de jaune, en est la complémentaire.

» J'ai pensé que cette observation intéresserait M. Chevreul et l'Académie. »

MÉMOIRES LUS.

MÉTÉOROLOGIE. — *Effets de la foudre au sommet du puy de Dôme.* Note de M. ALLUARD.

« Au moment où l'étude de l'électricité atmosphérique attire l'attention des physiciens, il me semble opportun de faire connaître à l'Académie quelques effets de la foudre au sommet du puy de Dôme.

» Sur ce sommet, dont l'étendue comprend à peine 8 à 9 ares, est établie une tour circulaire haute de 8^m. Un mât, de forme carrée, fait de bandes de fer angulaires, d'une hauteur de 6^m, et maintenu solidement par des haubans en fer, la surmonte. Il porte un anémomètre du système de M. Hervé Mangon, avec quatre hémisphères Robinson en cuivre rouge, de $2^{mm},5$ d'épaisseur. Un escalier formé de lames de fer conduit à un palier construit de la même manière, autour de la partie supérieure du mât, afin de pouvoir nettoyer l'anémomètre toutes les fois que cela est nécessaire. L'ensemble constitue une masse de fer dont le poids atteint plusieurs milliers de kilogrammes et où les parties angulaires dominent.

» Deux câbles métalliques de $0^m,02$ de diamètre, reliés à des câbles de $0^m,03$, qui pénètrent sur une longueur de plus de 100^m dans une couche de terre toujours humide, et se terminent par des plaques de cuivre rouge d'une superficie de 15^{dmq}, établissent la communication avec la terre.

» Dans ces conditions, le feu Saint-Elme apparaît fréquemment aux parties les plus saillantes du mât, de ses haubans, et de l'échelle en fer, quelquefois avec un léger sifflement. Nous reviendrons plus tard sur ce phénomène dont nous poursuivons l'étude.

» Aujourd'hui, nous nous bornerons à signaler les coups de foudre qui se font sur les hémisphères Robinson en cuivre rouge. Les moitiés supérieures de ces hémisphères sont seules frappées. Toutes portent des traces de fusion : elles sont au nombre de douze sur l'un, de quinze sur le second, de dix-huit sur le troisième et de vingt sur le quatrième. Le cercle en fer, épais de $0^m,004$, qui les relie, a été fondu aussi sur six points différents. Partout la fusion s'est opérée, aussi bien sur les parties rondes que sur les parties angulaires, et toujours de la même manière. La matière, cuivre ou fer, est fondue sur une étendue variable de $0^{mmq},5$ à $0^{mmq},4$ ou $0^{mmq},5$, puis soulevée sous forme de cône. On dirait un petit cône volcanique au milieu d'un cratère. Tout se passe comme si une force attractive et extérieure

soulevait la substance fondue, à la surface des hémisphères. Il serait intéressant de reproduire, au moyen de puissantes machines ou batteries électriques, des fusions semblables sur des hémisphères et des globes d'alliage fusible ou en métal.

» Ces phénomènes de fusion sont-ils dus à ce que les métaux sur lesquels ils se produisent communiquent imparfaitement avec la terre, ou bien à ce qu'ils sont environnés de tous côtés par des nuées orageuses? Pour le décider, il faudra préparer des expériences à côté du mât, et sur ce mât même. Nous ne manquerons pas de les tenter, dès que de nouveaux orages paraîtront au sommet du puy de Dôme. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

VITICULTURE. — *Observations faites pendant la campagne viticole* 1881-1882. Lettre de M. **P. Boiteau**, délégué de l'Académie, à M. le Secrétaire perpétuel.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Villegouge, le 8 décembre 1882.

« Je viens, à la fin de la plus triste campagne viticole qu'il m'ait été donné de connaître, vous rendre compte de mes travaux et de mes observations.

» Au mois de mai dernier, je vous ai annoncé que les Insectes de la première année de génération, après avoir passé leur hiver en tubes, avaient commencé à pondre le 14 avril, et que les produits de cette génération qui avaient commencé à éclore le 7 mai étaient fixés sur les racines contenues dans ces tubes.

» Le 28 mai, j'ai obtenu la ponte de cette première génération pour former la deuxième, et les éclosions ont commencé le 5 juin.

» Le 18 juillet, cette deuxième génération a pondu à son tour pour former la troisième, et les éclosions ont commencé le 28.

» Le 6 septembre, la troisième génération a pondu pour former la quatrième, et les éclosions ont commencé le 15.

» Cette quatrième génération s'est fixée sans subir de mues, et actuellement elle hiverne sur des racines en tubes. Chez les insectes agames, les mues sont au nombre de trois.

» Pendant cette deuxième année, j'ai obtenu quatre générations qui ne semblent pas avoir encore trop dégénéré. Il est certain que l'élevage en tubes contrarie la ponte et que les mêmes insectes, s'ils étaient fixés sur

des racines en pleine végétation, auraient donné plusieurs générations en plus et un nombre d'œufs supérieur. J'essayerai, l'année prochaine, de remettre sur des racines de vignes en pleine végétation certains de ces insectes élevés en chartre privée, pour savoir quelle sera leur fécondité dans ces conditions.

» Dans mes observations, j'ai isolé chaque génération nouvelle de celle qui la précédait, de manière à être bien certain que la régénération ne pouvait pas se faire.

» Mon dernier tube se trouve être, actuellement, à la neuvième génération d'insectes agames, issus directement les uns des autres et sans cause de régénération possible. Ce sont ces insectes qui me serviront à commencer ma troisième année de reproduction.

» Dans plusieurs de mes tubes de la deuxième année, j'ai observé des nymphes et des insectes ailés vers le commencement de septembre. Les ailés ont pondu et les sexués se sont accouplés. Les femelles ont pondu des œufs fécondés parfaitement organisés.

» L'année dernière, je n'avais pas observé la génération ailée sur les insectes provenant directement de l'œuf d'hiver. Cette année, j'ai répété mes expériences sur des insectes provenant d'œufs d'hiver éclos au printemps dernier, et les mêmes faits négatifs se sont reproduits. Il y a donc lieu de supposer que la génération ailée ne commence à se montrer que dans la deuxième année des générations agames.

» J'ai également répété mes expériences de fixation sur les racines et, comme par le passé, il m'a été impossible de faire vivre dans ces conditions les deux premières générations.

» J'ai continué, pendant l'été dernier, mes recherches sur les lieux de ponte des femelles sexuées : je n'ai rien constaté de nouveau et la question est toujours au même point.

» En ce moment, j'examine des terres provenant de mes champs d'observation, seulement je ne suis pas encore assez avancé dans mon examen pour en tirer des conséquences certaines. Au printemps prochain, j'entreprendrai une nouvelle série d'expériences qui consisteront à cultiver de jeunes plants avec des terres susceptibles (si le fait existe) de contenir des œufs fécondés.

» J'ai essayé des badigeonnages à base de coaltar, préconisés dans ces derniers temps par M. Balbiani, pour la destruction des œufs d'hiver. Mes expériences ont été faites le 28 septembre dernier, sur de jeunes ceps de Taylor de quatre ans. J'ai employé le coaltar pur et le coaltar mélangé à

un dixième d'huile lourde. L'application a été faite à l'aide d'un pinceau et sur toute la hauteur des ceps. La végétation des plants ainsi traités s'est continuée dans de bonnes conditions et ils n'ont nullement paru souffrir de l'application qui leur avait été faite. Ces jours derniers, j'ai examiné attentivement ces ceps, et voici ce que j'ai constaté : toutes les écorces superficielles ont été traversées par la substance appliquée, surtout lorsqu'elles étaient en partie desséchées. Les écorces fortement adhérentes ont mieux résisté et la pénétration n'est pas complète. Toutes les fois que le bois s'est trouvé dépourvu d'écorces, soit par suite d'une exfoliation de celles-ci, soit à la suite de soulèvements ou de simples fentes, le liquide a agi sur le vif et l'a légèrement attaqué.

» Les pieds badigeonnés avec un mélange d'huile lourde au dixième sont plus atteints que ceux qui n'ont reçu que le coaltar pur. Tous les insectes et tous les œufs situés sous les écorces en partie desséchées ont été détruits. Jusqu'ici les accidents que je viens de signaler sont minimes et insignifiants et, s'ils ne deviennent jamais plus graves, il n'y aura pas lieu de les mettre en ligne de compte. Seulement je crois qu'au printemps, et surtout sur les pieds dépourvus de leurs écorces, il pourrait y avoir des accidents plus considérables. Les chaleurs du printemps et de l'été pourraient également favoriser la pénétration de ces liquides, qui deviendraient funestes pour la plante, alors surtout que toute sa surface en serait recouverte.

» Je me rappelle encore les accidents qui sont survenus à la suite des badigeonnages faits avec mes anciennes préparations à base d'huile lourde de coaltar, et celles qui ont été la conséquence de coaltar versé autour des souches, dans le sol, pour ne pas craindre les conséquences de ces larges applications sur toute la surface des ceps. Au printemps prochain, j'essayerai de ce procédé sur une assez large échelle, pour savoir à quoi m'en tenir. Je dois de nouveau signaler à l'attention de ceux qui voudront faire les expériences de destruction de l'œuf d'hiver les derniers mélanges que j'ai préconisés. Ils sont également à base d'huile lourde de coaltar, mais celle-ci est mélangée à la chaux éteinte. L'huile lourde de coaltar se mélange à la chaux presque en toutes proportions, mais les mélanges que l'on doit préférer sont dans les rapports de 2, 3, 4, 5 ou 6 parties de chaux pour 1 d'huile. Ces mélanges faits, on les étend de 2 à 6 parties d'eau, et les solutions qui en proviennent sont stables et complètement inoffensives pour le végétal. Les pampres et les feuilles arrosés avec ces solutions ne souffrent presque pas de cette application : elles peuvent donc être employées en toute sécurité. Celles qui conviendraient le mieux pour le cas qui nous occupe seraient

celles qui auraient la concentration la plus forte. Pour rendre ces solutions plus actives, on pourrait y ajouter une certaine quantité de sulfate de fer. Au printemps prochain, je ferai des expériences avec plusieurs de ces solutions, concurremment avec celles à base de coaltar et d'huile lourde.

» Les traitements au sulfure de carbone et au sulfocarbonate de potassium ont continué à donner d'excellents résultats. Sous leur influence, beaucoup de vignes se sont parfaitement reconstituées et auraient donné, si les influences climatériques avaient été favorables, une assez bonne récolte. On peut même ajouter que les seules vignes prospères ou existant encore dans notre contrée sont celles qui ont été défendues par les insecticides et la submersion.

» Les vignes américaines gagnent du terrain dans notre région. Les propriétaires se décident à reconstituer peu à peu leurs vignobles détruits par des porte-greffes résistants greffés ou à greffer sur place. Les plants à culture directe ne sont guère en faveur chez nous, et je suis d'avis qu'on a parfaitement raison. Notre climat ne paraît pas leur convenir.

» La greffe a fait des progrès réels à la suite de l'institution de nos concours. Il semble démontré que, dans notre climat humide, ce qui réussira le mieux, ce sera la greffe en pépinière, bouture sur bouture ou sur racine, dans des sols de bonne qualité et relativement secs. La reprise effectuée, on replante à demeure, et les vignobles se trouvent organisés du premier coup. Pour mon compte personnel, j'ai des greffes de un ou deux ans qui ont une très belle venue et dont la fructification est déjà remarquable. J'ai également très bien réussi les greffes bouture sur bouture en pépinière. Les soudures se sont très bien faites et les pousses de la première année ont de $0^m,20$ à $0^m,40$ de longueur.

» Le système qui paraît donner le meilleur résultat est celui que l'on désigne sous le nom de *greffe en fente évidée*, avec l'évidement fait dans le porte-greffe et un seul mérithalle au greffon.

» Nos expériences et nos observations vont se continuer, et il est à supposer que la diversité des procédés employés nous conduira rapidement à la reconstitution de nos vignobles.

» Si nous avions à formuler notre avis sur les conseils à donner aux viticulteurs et à l'administration supérieure, nous dirions aux premiers : Conservez par tous les moyens en votre pouvoir, sulfure de carbone, sulfocarbonates et submersion, vos vignes encore en bonne végétation et remplacez celles qui sont détruites ou celles qui sont trop malades par des cépages français, greffés sur Riparia, Solonis, York-Madeira ou autres

porte-greffes reconnus résistants; et à l'administration : Favorisez, par tous les moyens en votre pouvoir, la lutte que sont obligés de soutenir les propriétaires viticoles, et créez, dans tous les centres de culture de la vigne, une ou plusieurs pépinières de cépages américains destinés à reconstituer rapidement ce qui est détruit. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *L'ophtalmie purulente factice produite par la liane à réglisse ou jequirity.* Mémoire de M. **Moura-Brazil**, présentée par M. Wurtz. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Pasteur, Gosselin, Vulpian.)

« J'ai fait, avec les graines de la liane à réglisse, de nombreuses expériences, qui confirment la faculté de cette légumineuse, signalée par M. de Wecker dans une Note adressée à l'Académie le 9 août. Ces expériences ont consisté à provoquer artificiellement une inflammation purulente de la conjonctive, susceptible d'être avantageusement utilisée dans la thérapeutique oculaire.

» Je joins à mon Mémoire un travail de M. Silva Aranjo, concernant l'examen microscopique des infusions et macérations des graines du jequirity, ainsi que des exsudats membraneux que les lotions, avec l'infusion des graines de cette liane, produisent sur la conjonctive. Cet examen démontre que ces infusions et macérations des graines du jequirity renferment, en très grand nombre, des gonidies qui se développent en abondance sur la conjonctive lotionnée avec l'infusion et qui sont probablement la cause de l'état de purulence dont la muqueuse devient le siège. »

M. **de Lesseps**, en présentant à l'Académie une Note sur les opérations géographiques de M. *Ch. Wiener*, dans la région de l'Amazone, s'exprime comme il suit :

« J'ai eu l'honneur d'entretenir déjà l'Académie, pendant le cours de l'année 1881, des premiers résultats de la mission spéciale, dans l'Amérique du Sud, dont M. le Ministre des Affaires étrangères avait chargé M. Charles Wiener, vice-consul de France à Guayaquil.

» M. Wiener, récemment revenu, après trente-quatre mois d'absence, a exposé les moyens employés pour lever son itinéraire, et il a, en même temps, relevé ses carnets. Les 68 729 observations inscrites serviront d'éléments au tracé de la Carte que M. Wiener se propose de dresser.

» Dans les conditions exceptionnelles où s'est trouvé le chargé de mission, il a dû imaginer parfois des instruments spéciaux pour apprécier exactement certaines distances. Ces instruments se trouvent décrits dans l'exposé que j'ai l'honneur de déposer sur le Bureau de l'Académie, et qui constitue le commentaire d'un travail utile à la Science.

» L'Académie acceptera cette Communication avec d'autant plus d'intérêt qu'elle constate l'appui donné à la mission de M. Wiener par notre impérial Confrère, S. M. l'Empereur Dom Pedro II, qui a mis à la disposition du voyageur une grande chaloupe à vapeur, avec officiers et équipage, ainsi que la plus large hospitalité pendant sept mois. »

(Le Mémoire de M. Wiener est renvoyé à l'examen d'une Commission composée de MM. Faye, Villarceau, Lœwy.)

M. G. Cabanellas appelle l'attention de l'Académie sur deux Notes publiées par lui dans les *Comptes rendus*, le 27 décembre 1880 et le 25 juillet 1881. D'après M. Cabanellas, ces Notes et les divers autres documents qu'il adresse à l'Académie lui donneraient un droit de priorité, au sujet de divers résultats récemment obtenus par M. Marcel Deprez.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. Berthon propose l'emploi de l'eau de mer pour la destruction du Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Les deux derniers fascicules du « Traité de Géologie » de M. *de Lapparent ;*

2° Le premier volume de « l'Encyclopédie internationale de Chirurgie ». (Présenté par M. Gosselin.)

« En présentant cet Ouvrage à l'Académie, M. Gosselin fait remarquer qu'il a été publié à New-York, en langue anglaise, par de nombreux auteurs de nationalités différentes qui ont tous signé leurs articles. Il a été inspiré aux chirurgiens américains par l'extrême difficulté qu'apporte au-

jourd'hui, à l'élaboration d'un Traité complet de Chirurgie, l'abondance des matériaux à consulter. L'un d'eux, M. John Ashurst, a réuni plus de vingt collaborateurs, choisis en Amérique, en Angleterre, en Allemagne, en Italie et en France. L'éditeur, M. J.-B. Baillière, a obtenu l'autorisation, non seulement de faire traduire en français les volumes à mesure qu'ils paraîtraient, mais aussi d'y intercaler des articles nouveaux, confiés à la plume de chirurgiens français. On peut donc s'attendre à trouver, dans cette Encyclopédie internationale, un exposé complet de l'état actuel de la Chirurgie dans toute l'Europe et en Amérique. »

M. le **Secrétaire perpétuel** communique à l'Académie les dépêches suivantes, qui lui sont parvenues, au sujet de l'observation du passage de Vénus.

« Rio-Janeiro, 7 décembre.

» J'ai été à l'Observatoire pendant le temps du passage de Vénus.

Note de l'Observatoire de Rio-Janeiro.

« Le premier contact du Soleil déjà entamé, $11^h5^m21^s,06$ temps moyen ; deuxième contact, planète déjà séparée du bord Soleil, $11^h24^m47^s,54$. Immédiatement après la première observation, on a pu prendre jusqu'à la troisième série les passages selon la méthode Liais; le mauvais état du ciel n'a pas permis de faire davantage.

Télégramme Olinda, de Pernambuco.

« Premier contact, $11^h38^m25^s,15$ temps moyen ; deuxième contact, $11^h50^m33^s,11$; troisième contact, $5^h28^m46^s,00$; quatrième contact, ciel couvert, observation auréole Vénus, pas point noir, liaison, observation excellente, selon la méthode Liais, de midi 44^m à 5^h. »

Pedro Alcantara. »

« Paris, de Puebla, 6 décembre.

» Succès complet, 340 photographies.

De la Grye. »

« Washington, 7 décembre.

« Le Ministre de France à M. le Ministre des Affaires étrangères, Paris.

» Le colonel Perrier m'envoie la dépêche suivante, avec prière de la faire communiquer aux Ministres de la Guerre, de l'Instruction publique et à M. Dumas (Académie des Sciences).

« Le ciel nous a gratifiés d'un temps superbe; nous avons observé tous les contacts intérieurs et extérieurs; nous avons fait contacts artificiels, mesures micrométriques et six cents bonnes photographies solaires. Toute la mission en parfaite santé. Signé : Perrier. »

« Paris, Martinique, 7 décembre, 11^h.

» Premier contact intérieur bien observé, nuages ensuite.

Tisserand. »

« Paris, Buenos-Aires, 7 décembre, $1^h 40^m$, via Eastern.

» Troisième et quatrième contacts, mesures héliométriques et micrométriques, photographies.

PERROTIN. »

« Paris, d'Oran, 6 décembre.

» Observé passage Vénus avec ciel très pur; études sur atmosphère Vénus, spécialement pour vapeur d'eau; pris grandes photographies solaires de $0^m,30$ de diamètre et plus petites.

J. JANSSEN. »

« Paris, de Nice, Observatoire, 10 décembre, $1^h 45^m$.

» Ai obtenu cinq bonnes photographies passage Vénus, plus une passable. MICHAUD. »

« Bordeaux, 10 décembre 1882.

» Monsieur le Secrétaire perpétuel,

» Le ciel n'a point favorisé l'Observatoire de Bordeaux au point de vue de l'observation de Vénus. Pendant toute la journée de mercredi 6 décembre nous avons eu un temps affreux; ciel couvert et pluie continue.

» J'avais d'ailleurs tout préparé pour l'observation du passage. L'équatorial de 8 pouces ($0^m,216$), dont l'objectif est un des meilleurs de MM. Henry, était monté depuis quelques jours et presque complètement réglé. Je m'étais en outre procuré une lunette de 5 pouces ($0^m,135$) de Cauchoix dont l'objectif est très bon. Mais tous ces préparatifs ont été inutiles, et il ne me reste que l'espoir que les missions de l'Académie auront été plus heureuses que les astronomes restés en France.

RAYET. »

« Saint-Genis-Laval, ce 6 décembre soir.

» Le temps n'a pas favorisé notre observation; nous avons eu ici, toute la journée du 6, un ciel presque complètement couvert de nuages très denses.

» Un seul d'entre nous, M. Gonnessiat, a pu apercevoir, pendant *quelques secondes*, la planète entre le *premier contact extérieur et le premier contact intérieur*, et ce avec une lunette de 4 pouces (108^{mm}) absolument *dépourvue* de verre noir.

» Cet astronome a constaté que la position de la planète, encore extérieure au disque solaire, se détachait très nettement sur le fond relativement lumineux qui entourait immédiatement le Soleil.

» Ce résultat, qui confirme les observations analogues faites en 1874, est le seul que nous ayons pu obtenir : les nuages n'ont cessé, sauf ce court instant, de nous empêcher absolument de voir le Soleil.

CH. ANDRÉ. »

« Grignon, par les Laumes (Côte-d'Or), ce 8 décembre 1882.

» Ce que nous avons observé à Grignon du passage de Vénus se réduit à si peu de chose, que je n'ose vous transmettre les petits détails qui suivent qu'à titre de renseignements secondaires.

» Je n'ai pu apprécier le premier contact, et le second a été manqué par l'arrivée d'un nuage; la planète empiétait alors de $\frac{1}{3}$ sur le limbre solaire; quand elle disparut, la partie extérieure commençait à se dessiner sur le fond du ciel, mais d'une manière très fugace; il

ne m'a pas été possible d'apercevoir le filet lumineux signalé en 1874 comme provenant de l'atmosphère de Vénus; le passage presque continuel de petits nuages dérangeait d'ailleurs beaucoup la vue. Pendant les trois autres éclaircies qui se succédèrent, mon attention s'est portée : 1° sur le contour de l'astre, 2° sur sa teinte, 3° sur sa rondeur, 4° sur la question d'un satellite. Vénus était alors entrée sur le Soleil de plus de son diamètre; le contour était très ondulé : il ne présentait aucune fixité et fut bordé un instant d'un léger filet lumineux vers le sud vrai; le disque était de teinte neutre, le centre un peu moins obscur; quant à sa rondeur, elle était sensiblement parfaite, sans aucune ellipticité permanente de la valeur de celle que j'observai pour Mercure lors de son passage sur le Soleil, en 1878. Je n'ai trouvé à l'entour de l'astre aucun vestige de point obscur, ou nébulosité quelconque, pouvant être attribué à un corps secondaire accompagnant la planète.

» J'observais à un équatorial de 6 pouces ($0^m,162$), objectif de Merz, et mon confrère, Fr. Jehl, à un 4 pouces ($0^m,108$) de Steinheil; ses remarques concordent avec les miennes, sauf que la partie centrale du disque de Vénus lui a paru non pas un peu, mais beaucoup moins obscure que la périphérie.

LAMEY. »

ASTRONOMIE. — *Observation du passage de Vénus, faite à Châteaudun.* Lettre de M. **Lescarbault** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Orgères, 9 décembre 1882.

» J'ai l'honneur de vous adresser la Note suivante sur l'observation simple que j'ai pu faire du passage de Vénus, le 6 décembre 1882, ici, à mon observatoire de Châteaudun, à Orgères (Eure-et-Loir).

» A 7^h45^m du matin, vent sud-ouest, faible ou modéré; de petites masses de stratus à bords translucides occupent presque tout le ciel.

» De 8^h du matin à midi, même vent à peu près; nuages plus grands, mieux formés, éclaircies, Soleil plus ou moins brillant.

» A midi, vent sud-ouest, faible, baromètre (*mauvais*) = $27^p\ 0^l$ (731^{mm}); ciel nuageux; éclaircies plus rares; on est menacé de ne pouvoir pas observer le passage de Vénus; mais les éclaircies augmentent d'étendue.

» A 2^h9^m du soir, la planète a déjà légèrement entamé le disque du Soleil, qui ne présente qu'un groupe de trois à cinq petites taches, non bien éloignées de son centre, et une autre petite tache bordée d'une pénombre, à 7′ ou 8′ du bord oriental et au-dessus du diamètre horizontal de cet astre, image supposée directe.

» L'instrument employé est une lunette de Cauche, de 5 pouces (135^{mm}), avec un grossissement de 250 à 300 fois. Les images sont renversées.

» Ces taches ne me paraissent pas présenter d'intérêt; je n'ai fait que constater leur présence.

» L'atmosphère, au moins dans les régions supérieures, est fort agitée;

les bords du Soleil se montrent comme des dents de scie, quelquefois un peu plus longues, d'autres fois un peu plus courtes, et cela avec une sorte d'alternance très irrégulière; elles sont animées d'un mouvement rapide et continuel de va-et-vient.

» Lorsque Vénus s'est avancée d'un peu moins de son diamètre, son bord projeté sur le Soleil est faiblement frangé d'une lueur qui s'étend de quelques secondes de degré sur le contour de l'arc engagé; cette lueur s'affaiblit progressivement en allant vers le centre de Vénus, en se fondant sur le cercle noir.

» Quand les trois quarts du diamètre sont sur le Soleil, la frange lumineuse d'un jaune grisâtre fait, en dedans, le tour complet du cercle noir, même de l'arc qui est vu en dehors du Soleil; cette bordure ou frange, devenue plus lumineuse, l'est encore davantage sur la partie du disque de Vénus restée en dehors du Soleil. Ce phénomène persiste jusqu'à l'entrée plus que complète, et l'intensité de cette lueur, qui diminue ensuite, probablement à cause de l'impureté de notre atmosphère et de son agitation, devient presque nulle. Elle est due sans doute à la présence d'une atmosphère déjà constatée autour de Vénus.

» De $2^h 30^m$ à $3^h 12^m$ du soir, la planète, étant complètement devant le disque du Soleil, s'y présente, à mes yeux, avec l'aspect d'une dame de *trictrac*, d'un noir très légèrement grisâtre, plane, comme saillante et comme si l'on eût tamisé au-dessus d'elle, pendant peu de temps, une poudre métallique très fine et brillante.

A $3^h 12^m$ du soir, le Soleil disparaît derrière une bande de petits stratus agglomérés et ne se remontre plus.

» Je n'ai rien remarqué de particulier à l'instant du premier contact intérieur ([1]). »

ASTRONOMIE. — *Observations du passage de Vénus, à l'Observatoire royal du Collège romain.* Lettre de M. P. Tacchini à M. le Président.

« Rome, le 7 décembre 1882.

» Nos observations du passage de Vénus ont assez bien réussi, quoique les nuages aient menacé de nous cacher le Soleil, quelques minutes avant les contacts.

» J'ai observé les contacts avec le spectroscope à réseau, appliqué au

([1]) Extrait des Notes mensuelles envoyées à l'Association scientifique, puis à M. Mascart, directeur du Bureau Central météorologique de France.

réfracteur de Merz de $0^m,25$. Le matin, j'avais effectué mon travail spectroscopique sur le bord solaire; j'avais constaté que, dans le point où devait se produire le premier contact, la chromosphère était régulière, mais composée de flammes assez vives; il se trouvait deux groupes de petites protubérances, qui délimitaient le trait de la chromosphère en face de laquelle devait se présenter la planète. En effet, à $2^h44^m33^s,8$, j'ai vu le bord de la planète sur les pointes très aiguës des flammes chromosphériques.

» J'ai continué ensuite à voir très nettement la planète s'avancer vers la base de la chromosphère, et j'ai noté avec la plus grande sûreté le moment de l'occultation complète de la chromosphère, c'est-à-dire le premier contact extérieur, à

$2^h48^m54^s,43$ temps moyen de Rome, 6 décembre 1882.

» Puis, nous avons attendu la réapparition complète de la chromosphère solaire; nous avons alors enregistré le premier contact intérieur à

$3^h9^m34^s,79$.

» L'image de la chromosphère s'est conservée très belle pendant l'observation, et le bord de la planète qui s'y projetait a toujours été très net.

» L'astronome-adjoint, M. Millosevich, observait les contacts à la manière ordinaire, au réfracteur de Cauchoix de $0^m,15$, avec un grossissement de 130; il les a notés aux temps suivants :

Premier contact extérieur...	$2^h49^m48^s,14$;
Premier contact intérieur....	$3^h9^m29^s,34$, moment de l'apparition de la goutte noire;
»	$3^h10^m10^s,14$, moment de la disparition de la goutte.

» Sans entrer aujourd'hui dans la discussion des différences des temps obtenues par les deux méthodes employées, je me bornerai à faire remarquer que, pour les temps du premier contact extérieur, la différence s'élève à 54^s, ce qui démontre d'une manière vraiment saisissante le grand avantage que l'on peut tirer de l'emploi du spectroscope, même avec le mauvais temps, même avec le Soleil assez bas.

» Peu après le premier contact, M. Millosevich s'aperçut le premier de la présence de l'atmosphère de Vénus, constatée ensuite par moi et par l'assistant M. Chistoni; elle était plus vive près du bord solaire. Avec le spectroscope, nous avons même revu le phénomène observé par moi au Bengale, en 1874, c'est-à-dire l'absorption produite dans le spectre solaire par l'atmosphère de Vénus : cette atmosphère doit donc contenir une grande quan-

tité de vapeurs d'eau. Un télégramme de Palerme nous annonce que l'on a observé quelque chose de pareil. La planète n'était pas visible entièrement avant le premier contact extérieur.

» Après l'observation des contacts, le Soleil était déjà assez près de l'horizon, le ciel nuageux par intervalles, et je n'ai pu faire, à la fin, que quelques déterminations spectroscopiques du diamètre de la planète, que j'ai trouvé de 67″,25.

» Nous avons été fort heureux, car, tout en nous trouvant au milieu d'une grande bourrasque européenne, nous avons pu accomplir parfaitement notre programme. Tous les détails de nos observations seront publiés dans un prochain numéro des *Mémoires des spectroscopistes italiens.* »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations de taches et de facules solaires, faites à l'Observatoire royal du Collège romain, pendant le troisième trimestre de* 1882. Note de M. **P. Tacchini.**

« Avec le beau temps, vraiment presque continu, le nombre des jours d'observation a été considérable dans ce trimestre; il a été de 29 en juillet, de 28 en août et de 22 en septembre. Voici les résultats :

	1882.		
Troisième trimestre.	Juillet.	Août.	Septembre.
Fréquence relative des taches	20,34	12,97	73,59
Fréquence des jours sans taches........	0,00	0,04	0,00
Grandeur relative des taches	26,57	32,86	60,64
Grandeur relative des facules..........	112,97	70,54	58,91
Nombre des groupes de taches par jour...	3,41	2,93	4,09

» En comparant ces données avec les résultats insérés dans les *Comptes rendus* du 14 juillet 1882, on voit clairement que le phénomène des taches solaires a subi une diminution, avec un *minimum* secondaire bien marqué dans le mois d'août.

» Les facules présentent une extension à peu près égale à celle du trimestre précédent, tandis que celle des taches se trouve réduite au-dessous de la moitié. Il faut remarquer encore que, tandis que les facules diminuent de mois en mois, la grandeur des taches augmente, ce qui s'accorde avec le fait autrefois annoncé, que très souvent aux minima des taches correspondent les maxima des facules, comme, par exemple, le 8 et le 9 juillet 1882.

» Après le minimum du 14 juin, le nombre des taches a augmenté immé-

diatement, avec un maximum secondaire le 30 du même mois; il s'est produit ensuite quatre minima et quatre maxima, jusqu'au 6 octobre, séparés en moyenne par un intervalle de douze jours, c'est-à-dire à peu près une demi-rotation du Soleil. Cette série d'observations démontre donc que, quoique les régions solaires où l'on a constaté la plus grande fréquence des taches ne restent pas invariables, néanmoins on doit toujours signaler ce fait, que les taches continuent, pendant un temps plus ou moins long, à se former de préférence dans un hémisphère spécial, tandis qu'elles sont très peu fréquentes ou manquent dans l'hémisphère opposé. Cette différence va disparaître aux époques de la plus grande activité solaire, comme nous l'avons fait remarquer dans la Note relative au trimestre précédent. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la grande tache solaire de novembre 1882, et sur les perturbations magnétiques qui en ont accompagné l'apparition.* Note de M. P. Tacchini.

« Dans la matinée du 12 novembre, j'ai observé, au bord oriental du Soleil, une tache, séparée du bord par un petit filet lumineux, d'une amplitude de 6″ à 8″ environ. La tache était comprise entre les latitudes + 16°30′ et + 20°30′. C'était la réapparition du groupe de taches qui s'était formé non loin du centre du disque du Soleil, entre le 20 et le 21 octobre, et qui, le 25, était composé de deux taches et de vingt-quatre trous; il aurait dû disparaître à peu près le 28 octobre au bord occidental, mais le mauvais temps nous a complètement empêché de voir la tache sur le bord même.

» Le 13 novembre, la tache était déjà assez loin du bord pour que l'on pût voir aussi cette partie de la pénombre avec les noyaux secondaires, qui étaient occultés le jour précédent par l'élévation des facules. La tache se trouvait entre + 14°10′ et + 23°40′. Le 16, elle atteignait déjà son maximum d'extension dans la direction du parallèle. Le 18, une nouvelle tache apparaissait auprès de la plus grande, et les deux taches étaient séparées par une espèce de grand pont; on pouvait encore distinguer deux autres petites taches et six trous. Le groupe était assez considérable pour que l'œil, armé d'un seul verre noirci, pût très bien le distinguer. Le 19, ce groupe de taches occupait 3′ le long du parallèle et 2′30″ en latitude.

» La tache la plus grande avait une longueur de 2′15″ et une largeur de 1′40″; l'autre tache, qui était séparée de la première par le pont, était longue de 50″ et large de 25″; le pont avait une longueur de 1′18″ et une largeur

moyenne de 30″. Les petites taches qui environnaient les précédentes variaient de 8″ à 10″. Dans les jours précédents, on avait observé l'inversion de la raie C dans certaines parties du groupe ; le phénomène était absolument identique à ce qu'on a observé autrefois dans les taches.

» Le 19, nous fûmes surpris par la façon extraordinaire dont on distinguait le renversement de cette ligne sur le groupe : le phénomène était beaucoup plus net que dans les éruptions métalliques qu'on observe au bord du Soleil. J'ai pensé alors à élargir la fente du spectroscope, comme dans les observations ordinaires du bord ; au lieu de trouver là une difficulté, j'ai pu voir et délimiter des protubérances très vives, qui avaient la forme indiquée par la figure ci-jointe, dans laquelle les deux protubé-



19 novembre 1882, 1^h4^m.

rances à gaine avaient un éclat bien plus grand en certains points, correspondant aux parties les plus noires du dessin.

» A 1^h4^m, avec la fente étroite j'ai vu même l'image des parties plus brillantes à la place des lignes Bc et Ba, comme dans les éruptions au bord ; et j'ai obtenu l'inversion des lignes 5883 A°, D^3 et 1474k. Ces magnifiques protubérances embrassaient un arc de parallèle de 147″, c'est-à-dire qu'elles mettaient $7^s,6$ pour traverser la fente, quand celle-ci était normale au mouvement diurne.

» Pour établir leur position par rapport aux noyaux des taches, en même temps que j'en observais le passage au spectroscope, M. Chistoni notait, à un fil fixe du chercheur, le passage des taches. De cette manière, on a pu établir que les protubérances étaient au dehors des noyaux et cor-

respondaient presque entièrement au grand pont brillant interposé entre les deux tubes. Le pont, observé avec l'oculaire à réflexion, au lieu de se montrer uniforme, est apparu comme désagrégé, formé de grains et de feuilles, et contenant même des points de pénombre.

» A 2^h, les protubérances étaient moins vives; on ne distinguait plus les lignes Bc, Ba, ni la ligne 5883. Il restait seulement la ligne D^3, sur toute la longueur, et des traces de la raie coronale. Le 20, mauvais temps; le 21, traces faibles d'inversion sur la raie C, mais seulement avec la fente étroite. Le 22, même résultat. Le 23, pas d'inversion. Le 24, mauvais temps.

» Le 25 au matin, la tache était encore visible comme un mince filet noir, tout près du bord occidental, entre les latitudes $+16°50'$ et $+20°50'$. Dans le spectroscope, la chromosphère dans cet endroit paraissait calme; elle présentait seulement de légers renflements, des deux côtés de la tache, peu brillants, et rien autre chose.

» La tache passe donc dans l'autre hémisphère par une période de calme, tandis qu'elle a manifesté son maximum d'activité au milieu du centre du disque; elle nous a offert l'occasion bien rare de pouvoir distinguer des protubérances solaires en plein disque, avec la même facilité que sur le bord du Soleil.

» J'ajouterai enfin que, immédiatement après la réapparition de cette tache, des perturbations magnétiques se sont manifestées. Celle du 17 a été très forte et accompagnée d'une très belle aurore boréale, qu'on a commencé à voir le matin à 4^h. Le soir, elle était splendide et nous l'avons observée même à Rome. Elle s'élevait sur notre horizon jusqu'à 30° et même davantage; le milieu de l'arc rosé était à peu près dans la direction du méridien magnétique; le segment obscur était très beau et coloré en vert bleu.

» A 5^h55^m, le ciel commença à se couvrir; à 6^h32^m, on aperçut les dernières traces du phénomène. Le directeur de l'Observatoire de Plaisance nous informe que l'aurore boréale s'est montrée de nouveau à minuit, et même à 4^h du matin, les deux jours suivants, pendant lesquels les appareils n'ont pas encore été tranquilles.

» Cette coïncidence entre les phénomènes solaires et les phénomènes électriques de la Terre doit être rapprochée des observations faites au commencement du mois d'octobre dernier, de perturbations magnétiques et d'aurores boréales, décrites par le directeur de l'Observatoire de Greenwich, au moment du développement de la grande tache solaire. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la grande comète australe.* Lettre de M. L. Jacquet à M. Gayon, présentée par M. Faye.

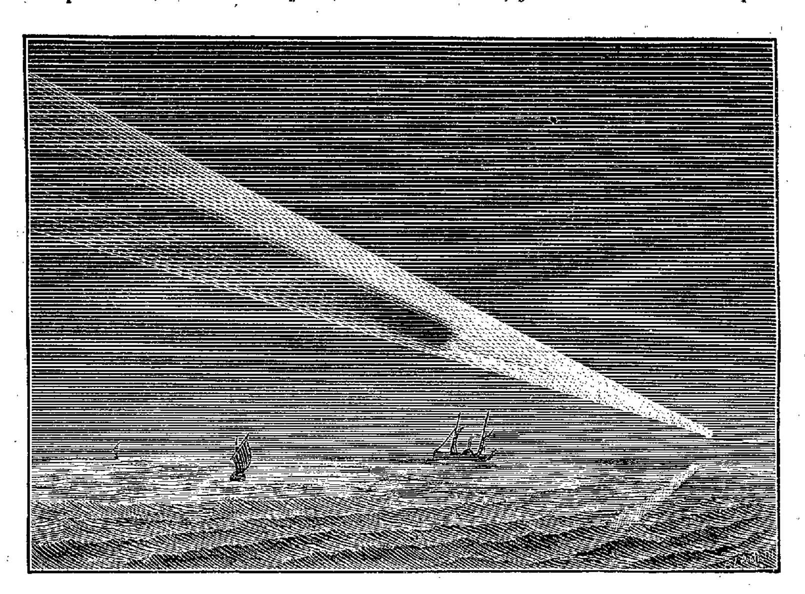
« Je m'empresse de vous envoyer, dès que j'ai pu les obtenir, les épreuves photographiques des mauvais croquis que j'ai faits de la comète encore visible, et que je nomme la grande comète de 1882, pour la distinguer des trois ou quatre autres qui sont venues nous visiter cette année.

» Ces croquis, qui laissent, malheureusement, beaucoup trop à désirer sous le rapport de l'exécution, ont été faits sur la passerelle du paquebot *le Niger,* au courant du crayon, et rendent, aussi fidèlement que mes moyens m'ont permis de l'exprimer, l'impression que j'ai ressentie en présence du phénomène si remarquable que j'avais devant les yeux.

» Voici les quelques Notes explicatives que j'ai enregistrées :

» Le 16 septembre, à Montevideo, la comète a été vue dans la journée (pas par moi) un peu à l'est du Soleil; un noyau brillant entouré d'une nébulosité.

» Le 18 septembre, à Buenos-Ayres, à 11^h du matin, j'ai vu la comète très près du Soleil



La grande comète de 1882 à son lever, le 25 septembre, à $4^h 30^m$ du matin, par 35° 15′ lat. S. et 59° 40′ long. O. de Paris. (Embouchure du Rio de la Plata.)

et à l'est de cet astre. Le noyau était très brillant avec une légère chevelure et une petite queue. En masquant le Soleil avec un écran, on voyait admirablement la comète à l'œil nu.

» Dans les rues et sur les places de Buenos-Ayres les passants s'arrêtaient pour contempler cette comète, et j'ai lieu de supposer qu'on l'y voyait pour la première fois.

» Durant plusieurs jours, ensuite, le temps fut pluvieux ou nuageux et je ne vis plus la comète.

» Le 25 septembre, au matin, dans le trajet de Buenos-Ayres à Montevideo, après un coup de vent du sud, avec une atmosphère d'une pureté parfaite, j'ai assisté au spectacle, ineffaçable dans mon souvenir, du splendide lever de cette grande comète.

» La Lune, à son treizième jour, venait de se coucher lorsque apparut à l'est une immense clarté à l'horizon, de laquelle l'officier de quart, le pilote et moi ne nous rendions pas compte d'abord; mais peu à peu, cette clarté grandissant en s'élevant dans le ciel, nous reconnûmes que c'était la queue de la comète qui se levait. A $4^h 30^m$, lorsque le noyau apparu au-dessus de l'horizon, le spectacle, dans tout son éclat, fut saisissant par son étrange grandeur. Tous, les timoniers et les hommes de quart, en le contemplant, avaient recours aux expressions les plus énergiques de leur langage pittoresque pour exprimer ce qu'ils ressentaient.

» Le noyau était brillant comme une étoile de première grandeur, sans chevelure, et la queue s'allongeait comme un cône de métal en fusion. On aurait dit une aigrette éblouissante, ou plutôt un faisceau brillant de fils d'or vert, dont la partie supérieure se prolongeait au loin. La partie inférieure se prolongeait également, mais dans une très faible mesure.

» La longueur du cône, prise au sextant, mesurait 8°; la longueur totale de la queue était de 21° et la largeur moyenne de 1°30'. La comète était inclinée d'environ 40° au-dessus de l'horizon et s'étendait vers le nord.

» A 5^h, le crépuscule commençant à paraître, la comète s'effaça peu à peu et ne fut plus visible après le lever du Soleil.

» Le 26 septembre, à $4^h 30^m$ du matin, la comète était au-dessus de l'horizon, toujours splendide, mais cependant moins belle que la veille; au lever du Soleil, le noyau de la comète se trouvait à 21° de distance de cet astre.

» Le 27 septembre, à 4^h du matin, malgré des nuages, vu encore la comète, mais toujours moins grande et moins brillante, et la queue légèrement courbée; sa direction, moins inclinée sur l'horizon, formait avec lui un angle d'environ 65°. (La Lune n'était pas couchée.)

» Le 29 septembre, à 4^h du matin, par un temps superbe, étant en vue des côtes du Brésil, vu la comète dont la grandeur diminuait rapidement; la queue n'avait plus de prolongement, sa direction s'approchait de plus en plus de la perpendiculaire à l'horizon et les étoiles se voyaient très bien dans son voisinage.

» Chaque matin, lorsque l'état du ciel le permettait, la comète était visible, mais sa grandeur diminuait sensiblement.

» Le 8 octobre, sous l'équateur, j'ai de nouveau croqué la comète, à 4^h du matin; la Lune, alors à son vingt-sixième jour, était auprès d'elle et, quoique réduite à un mince croissant, répandait une clarté bien plus grande que la comète, dont la queue avait passé la direction perpendiculaire à l'horizon et commençait à s'incliner vers le sud. Une étoile de deuxième grandeur était visible dans son prolongement et paraissait presque la toucher.

» Depuis cette époque, jusqu'à mon arrivée en Europe, le 17 octobre, je n'ai plus fait qu'entrevoir la comète sans l'observer.

» Telle est la modeste Notice que je puis vous donner sur le plus grandiose des phénomènes célestes qu'il m'ait été donné d'admirer durant ma longue carrière de marin; puisse-t-elle avoir son utilité! »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la série de Fourier.* Note de M. **Halphen**.

« Soit une fonction $f(x)$, *susceptible d'intégration*, dont on veuille étudier le développement en série trigonométrique dans un intervalle donné. Les termes de la série se calculent suivant la formule de Fourier; mais le développement n'est pas toujours possible. Comme première condition nécessaire, il faut que les termes calculés tendent vers zéro. Si cette condition se trouve satisfaite, on sait, d'après Riemann, que la légitimité du développement pour chaque valeur de x dépend uniquement de l'allure de la fonction dans le voisinage immédiat de cette valeur.

» D'après l'hypothèse unique faite sur $f(x)$, les termes tendent vers zéro si $f(x)$ demeure finie dans l'intervalle envisagé. Au cas où $f(x)$ devient infinie, Riemann a donné les conditions nécessaires et suffisantes pour que les termes tendent vers zéro, si toutefois la valeur de x, rendant infinie $f(x)$, n'est pas dans un intervalle où $f(x)$ ait une infinité d'oscillations; mais, pour le cas où $f(x)$ a une infinité d'oscillations en devenant infinie, on ne possède aucune règle générale. A ce sujet, Riemann fait observer [1] que chaque application exigera l'emploi de méthodes particulières. Il en donne, au dernier paragraphe de son Mémoire, un exemple remarquable, ne laissant aucun doute sur la difficulté d'une telle recherche. A cause de cette difficulté même, on trouvera, je pense, quelque intérêt à posséder une règle tout à fait générale et d'une application très simple, qui donne une condition, non pas nécessaire, mais toujours suffisante pour que les termes de la série tendent effectivement vers zéro. La voici :

» *Les termes de la série trigonométrique calculés au moyen de la fonction $f(x)$ tendent vers zéro si l'intégrale de $f(x)^2$ est finie dans l'intervalle considéré.*

» La démonstration résulte immédiatement d'une remarque ingénieuse faite par M. Hugoniot [2], et que je rappelle.

» Soient $A_0, A_1, \ldots, A_{n-1}$ les n premiers coefficients, A_0 étant celui du terme indépendant de x. Désignant par ε la différence entre $f(x)$ et la

---

(1) *Riemann's gesammelte mathematische Werke*, p. 240. On peut aussi consulter la traduction dans le *Bulletin des Sciences mathématiques et astronomiques*, t. V, p. 82.

(2) Ce Volume, p. 909.

somme des n premiers termes, par $2l$ la grandeur de l'intervalle, et prenant les intégrales dans cet intervalle, on obtient

$$(1) \qquad \int \varepsilon^2 dx = \int f(x)^2 dx - l(2A_0^2 + A_1^2 + \ldots + A_{n-1}^2).$$

Ce résultat n'entraîne d'ailleurs aucune autre hypothèse nouvelle que celle-ci : $\int f(x)^2 dx$ a une valeur finie. Quand il en est ainsi, on peut conclure à la convergence de la série dont le terme général est A_n^2, puisque cette série, à termes positifs, a une somme limitée. Donc A_n tend vers zéro; c'est ce qu'il fallait prouver.

» Si l'on se borne à envisager pour $f(x)$ une fonction satisfaisant aux conditions de Dirichlet, sauf en des points singuliers dont le nombre soit limité, on voit qu'une telle fonction est développable en série de Fourier si l'intégrale de $f(x)^2$ est finie.

» Soit, par exemple, a et b étant des nombres positifs, à développer, dans un intervalle contenant la valeur $x = 0$, cette fonction

$$f(x) = \frac{1}{\sin^a \frac{1}{x^b}}.$$

On a

$$\int f(x)^2 dx = \frac{1}{b} \int^{\infty} \frac{dy}{y^{1+\frac{1}{b}} \sin^{2a} y},$$

et il est manifeste que cette intégrale converge si l'on a $b < 1$, $a < \frac{1}{2}$. Quand ces conditions sont remplies, $f(x)$ est effectivement développable.

» La considération de l'intégrale $\int \varepsilon^2 dx$ est ainsi d'une véritable utilité pour la série de Fourier. Mais, si l'on en peut tirer des conséquences pour l'existence du développement, c'est grâce aux propriétés spéciales de cette série particulière. Quant aux diverses séries auxquelles s'applique une relation analogue à (1), une étude plus approfondie pourrait seule apprendre, pour chacune d'elles, quelles conséquences entraîne cette relation. En tous cas et contrairement à l'opinion émise par M. Hugoniot, on peut affirmer que la convergence de $\int \varepsilon^2 dx$ vers zéro ne suffit pas généralement à assurer la convergence de la série. J'ai obtenu des exemples, même avec des fonctions analytiques, en employant une série de M. Tchebycheff. Cette série procède suivant les polynômes successifs $p_n(x)$:

$$p_n(x) = \frac{e^x}{1.2\ldots n} \frac{d^n}{dx^n}(x^n e^{-x}),$$

et se figure par la formule

$$(2) \qquad f(x) = \sum_{n=0}^{n=\infty} p_n(x) \int_0^\infty e^{-x} p_n(x) f(x) dx.$$

Si on l'applique à la fonction x^m, en prenant pour m un nombre quelconque, supérieur à $-\frac{1}{2}$, mais non entier, on prouve aisément que l'intégrale analogue à $\int \varepsilon^2 dx$ converge vers zéro. Cependant la série, en ce cas, n'est convergente que pour la seule valeur $x = 0$.

» La série (2) mérite d'être signalée. Malgré son analogie avec tant d'autres qui peuvent représenter les fonctions *arbitraires*, elle ne s'applique qu'aux fonctions *analytiques entières*. Encore peut-elle représenter seulement les fonctions entières ayant cette propriété : *pour n infini*, $[f^{(n)}(x)]^{\frac{1}{n}}$ *est limité*. »

MÉCANIQUE. — *Sur les solides d'égale résistance*. Note de M. **H. Léauté**, présentée par M. Rolland. (Extrait par l'auteur.)

« On sait que, dans le cas d'une pièce de largeur uniforme encastrée à l'une de ses extrémités et sollicitée par une force unique à l'autre extrémité, on obtient un solide d'égale résistance en prenant pour profil de la pièce une parabole dont le sommet est à l'extrémité libre.

» Habituellement, la plupart des constructeurs, dans le but de rendre l'exécution plus facile, donnent la forme parabolique à l'une des faces seulement, en faisant la seconde complètement plane. Ils pensent ainsi obtenir un solide d'égale résistance.

» Mais, comme l'a fait remarquer M. Resal (1), cette conséquence est en désaccord avec l'un des principes fondamentaux de la résistance des matériaux, d'après lequel les seules sections invariables de forme sont les sections normales à la fibre neutre. L'éminent géomètre a donné en outre, pour la première fois, l'équation exacte de la fibre neutre du solide d'égale résistance à face plane. Toutefois, suivant la remarque de l'auteur, cette équation est trop compliquée pour être utilisée.

» Il restait donc à trouver la forme du profil extérieur lui-même, à mettre la solution sous une forme applicable et à en déduire les conséquences pratiques.

---

(1) Resal, *Traité de Mécanique générale*, t. V, § 40, p. 62.

» Nous y sommes arrivés par l'emploi d'un système particulier de variables, qui rend facile la discussion des formules et met en évidence la relation de la courbe théorique avec la parabole ordinaire.

» De cette discussion il résulte que, si l'on désigne par p la quantité $\frac{e_0^2}{2l}$, dans laquelle l représente la longueur de la pièce et e_0 sa demi-épaisseur au point d'encastrement :

» 1° L'erreur commise en adoptant le tracé ordinaire est à peu près égale à $\frac{p}{2}$.

» 2° L'erreur commise peut être rendue moindre que $\frac{1}{25}p$ en adoptant le tracé mixte suivant, pour l'explication duquel nous supposerons la pièce placée horizontalement et le point d'encastrement à droite de l'extrémité libre : *Tracer d'abord la parabole ordinaire en la déplaçant vers la gauche d'une quantité égale à* $\frac{p}{2}$. *Prendre cette parabole pour profil dans la partie à droite de l'extrémité libre, et, pour profil dans la partie à gauche de ce point, une courbe se raccordant avec la parabole précédente au point de départ, ayant une tangente verticale distante de* $\frac{3}{10}p$ *de l'extrémité libre et venant se raccorder horizontalement avec la face plane du solide au point d'application de la force extérieure.*

» La théorie que nous avons faite, et dont nous venons d'indiquer la conclusion pratique, est d'une application immédiate pour la détermination du profil des lames du dynamomètre de Poncelet; elle permet d'ailleurs, soit que l'on adopte le tracé ordinaire des constructeurs, soit que l'on emploie les lames d'épaisseur uniforme que Poncelet a toujours recommandées, d'apprécier dans chaque cas l'erreur commise. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur une Communication de M.* Marcel Deprez, *relative au transport de la force.* Note de M. **Maurice Lévy.**

« **1.** C'est, comme on sait, une loi fondamentale de l'induction, que l'induction entre deux courants mobiles est proportionnelle à leur vitesse relative. Il semblerait résulter de là que la loi, admise dans la pratique, de la proportionnalité de la force électromotrice d'une machine dynamo-électrique à la vitesse de son induit ait une valeur théorique.

» J'ai montré, dans ma Communication du 6 novembre, qu'il n'en est pas ainsi et que cette force n'est exprimable que par une série illimitée ordonnée suivant les puissances entières de la vitesse.

» Les considérations à l'aide desquelles j'ai défini : 1° l'origine, 2° la signification physique de chacun des termes successifs de cette série, ne peuvent donner prise à aucune objection.

» J'ai ajouté, au point de vue pratique : 1° que celui qui jugerait de la valeur intrinsèque d'un moteur électrique en mouvement par ce que M. Marcel Deprez appelle le *prix de l'effort statique*, risquerait de commettre de graves erreurs; 2° qu'il y aurait peut-être lieu, même dans certaines applications pratiques, d'adopter pour la force électromotrice d'une machine une expression du second degré relativement à la vitesse, et j'ai dit que *les expériences du Dr Fröhlich relatives au transport de la force me semblent s'accorder avec cette conséquence de la théorie.*

» A ces deux observations, M. Marcel Deprez croit pouvoir opposer une expérience consistant en ceci : un moteur électrique est muni d'un frein portant un poids de $2^{kg},16$ à l'extrémité d'un bras de levier de $0^{m},16$; le courant observé au galvanomètre, lorsque la machine tourne à la vitesse de 32 tours par seconde, n'est pas sensiblement plus grand qu'au moment du démarrage.

» 2. Cette expérience ne prouve rien, quant à la première des questions ci-dessus rappelées : celle du rendement dynamique comparé au prix de l'effort statique. Il aurait fallu, pour la résoudre, mesurer non pas simplement le courant, mais le travail dépensé par le moteur à vapeur : 1° lors du démarrage, 2° pour diverses vitesses de la machine réceptrice.

» C'est ce que M. Marcel Deprez n'a pas plus fait ici qu'il ne l'a fait dans son expérience de Miesbach-Munich.

» Dans l'un et l'autre cas, il remplace la mesure directe du travail dépensé par un raisonnement qui ne saurait en tenir lieu. Après s'être borné, dans l'expérience actuelle, à constater la constance du courant I qui traverse le circuit, il ajoute : « Il résulte de l'invariabilité de R (résistance du » circuit) et de I, que le produit RI^2, c'est-à-dire le nombre de calories » consommées dans l'unité de temps, dans le circuit, est constant lorsque » l'effort statique est lui-même constant, quelle que soit la vitesse de » l'anneau. »

» Il est incontestable que, si R et I sont constants, le produit RI^2 l'est; mais le travail perdu n'est pas RI^2; il se compose : 1° de RI^2, 2° du travail consommé par les courants qui naissent dans le fer de l'anneau de la machine génératrice et qui l'échauffent, 3° du travail analogue perdu par la réceptrice. Or, ces derniers travaux ne sont pas indépendants des vitesses des anneaux; ils croissent, au contraire, à peu près comme les carrés de ces

vitesses; ils sont d'ailleurs si peu négligeables, qu'il résulte des expériences du Dr Fröhlich qu'en les négligeant on commet sur le rendement une erreur pouvant aller à 20 pour 100, en sorte que deux machines, dont l'une serait constituée de façon à atténuer les courants intérieurs de son induit, tandis que l'autre ne serait pas dans ce cas, pourraient, comparées au point de vue du prix *de l'effort statique*, paraître également bonnes, alors qu'en réalité, appliquées au transport de la force, la première donnerait 10 ou 15 pour 100 de rendement de plus que la seconde.

» Je ne pense pas que, au nom de la pratique, on puisse négliger de tels écarts. Qu'au début des machines dynamo-électriques, en 1868 ou 1869, on eût proposé de juger du rendement vrai par le prix de l'effort statique, c'était naturel : aujourd'hui personne ne l'admettra et il serait oiseux d'insister sur ce point.

» Mais je crois, et c'est là le but essentiel de cette Note, qu'il peut y avoir quelque intérêt à ce que j'explique pourquoi, selon moi, les expériences de M. Fröhlich conduisent à penser que, dans certains cas, la loi de proportionnalité de la force électromotrice d'une machine à sa vitesse peut être insuffisante, *même pratiquement*.

» Concevons deux machines servant à faire le transport de la force : l'une génératrice, l'autre réceptrice.

» Soient respectivement E et E' leurs forces électromotrices ; ω et ω' leurs vitesses de rotation ; I le courant qui les anime.

» Le travail moteur $\mathfrak{T}_m$ dépensé pour faire fonctionner la machine génératrice se compose : 1° de l'énergie EI qui passe dans le circuit; 2° du travail absorbé par les courants qui naissent dans le fer de l'anneau, travail que j'appelle t, en sorte que $\mathfrak{T}_m = \mathrm{EI} + t$.

» Le travail utile $\mathfrak{T}_u$, fourni par la machine réceptrice, se compose de l'énergie E'I due à la force électromotrice E' de cette machine, *diminuée* du travail absorbé par les courants qui naissent dans le fer de son anneau, travail que j'appelle t', en sorte que $\mathfrak{T}_u = \mathrm{E'I} - t'$.

» Le rendement est donc

$$\frac{\mathfrak{T}_u}{\mathfrak{T}_m} = \frac{\mathrm{E'I} - t'}{\mathrm{EI} + t}.$$

» Ce qui ressort des expériences de M. Fröhlich, c'est qu'on ne peut pas négliger t et t' (c'est justement en les négligeant qu'on peut se tromper de 20 pour 100). Comparons donc l'ordre de grandeur de ces quantités t et t' à celui des termes EI et E'I.

» Il résulte de ma Communication du 6 novembre que EI, par exemple,

est une série ordonnée suivant les puissances de la vitesse ω, le premier terme de la série contenant ω à la première puissance. Il est facile de voir, par les mêmes considérations, que t est de même une série, mais dont le premier terme contient ω^2.

» Puisque l'expérience prouve que, dans le binôme $EI + t$, on ne peut pas négliger t, qui est de l'ordre de ω^2, j'en conclus que, logiquement, on doit aussi conserver le terme en ω^2 de la série EI; ne pas le faire, c'est agir contre toutes les règles d'un calcul bien conduit.

» A présent, si des expériences précises et directes viennent à consacrer cette façon insolite de procéder, c'est-à-dire viennent à prouver qu'il se trouve ici cette circonstance exceptionnelle et impossible à prévoir que le terme en ω^2 de EI est *toujours, dans toutes les machines, pour tous les courants* I *qui les traversent et pour toutes les vitesses* ω, incomparablement plus petit que le terme de même degré provenant de t, je n'aurai aucune objection à faire. Mais, même dans ce cas, mon observation ne perdrait rien de sa justesse, parce que le fait, s'il est exact, mérite grandement d'être signalé, tant il est exceptionnel.

» M. Marcel Deprez m'objecte, il est vrai, que le Dr Fröhlich lui-même accepte toujours la loi de proportionnalité de la force électromotrice à la vitesse.

» L'objection ne porte pas. En effet, que dans la somme $EI + t$ on prenne, comme le fait empiriquement M. Fröhlich, pour E une expression $E = E_0\omega$ linéaire en ω et pour t une expression du second degré $t = k\omega^2$, ou qu'on adjoigne à l'expression de E un terme en ω^2, ladite somme aura, dans les deux cas, la même forme $E_0 + B\omega^2$, le coefficient B étant à déterminer *en bloc* par l'expérience, de sorte que la question de savoir si le terme ω^2 de cette somme doit être attribué uniquement au travail t, comme le suppose le Dr Fröhlich, ou partie à ce travail et partie au terme de même degré de la série E, cette question reste entière. »

ÉLECTRICITÉ. — *Déplacements et déformations des étincelles par des actions électrostatiques.* Note de M. **Aug. Righi.**

« Des expériences connues montrent que la décharge électrique commence lorsque la densité électrique sur les électrodes a une valeur suffisante, en relation avec les dimensions des boules, leur nature, di-

stance, etc. [1]. Si l'on admet que la décharge est constituée par l'émission des particules électrisées, elle devra commencer sur celle des deux électrodes où la densité est plus grande, d'où l'on tire l'explication de beaucoup de phénomènes.

» Si donc l'on suppose que, à peu de distance du lieu où se forme l'étincelle, se trouvent d'autres corps électrisés, les particules doivent dévier de leur chemin, en s'éloignant des corps qui ont des charges de même nom que celle de l'électrode qui les repousse, et s'approchant des corps chargés d'électricité contraire. Or l'étincelle doit suivre le chemin même des premières particules repoussées; car, en raison de la chaleur développée, elle offre moins de résistance. L'étincelle elle-même devra donc être déviée, comme si c'était un corps chargé d'électricité de même signe que celle de l'électrode où la densité avant la décharge est plus forte.

» L'une des manières dont j'ai vérifié les faits de ce genre est la suivante. On dispose verticalement, l'une au-dessous de l'autre, les deux tiges qui portent les boules de décharge, et, à égale distance, deux plateaux verticaux parallèles, maintenus toujours chargés l'un en + l'autre en −, par une machine de Holtz à peignes auxiliaires, dont les excitateurs sont assez éloignés l'un de l'autre pour que les étincelles n'éclatent pas. On observe aisément que, lorsque les deux plateaux ne sont pas chargés, l'étincelle produite entre les deux tiges par la décharge d'un condensateur, chargé par une autre machine de Holtz, est à peu près une droite verticale (si les boules ne sont pas trop éloignées). Mais si les plateaux sont chargés et si les deux boules ne sont pas identiques sous tous les rapports, l'étincelle devient courbe, en s'approchant de l'un ou l'autre plateau. Ces changements de forme sont très remarquables, lorsqu'on insère, dans le circuit de décharge, une résistance liquide telle que l'étincelle devienne jaune. Celle-ci acquiert alors des formes très curieuses, et, en même temps, on observe qu'elle part de points des électrodes placés latéralement.

» Supposons, par exemple, que les deux boules soient identiques en dimension et nature, mais que l'une d'elles, la négative, communique avec la terre. C'est alors sur la boule positive que la densité est plus forte, et c'est là que la décharge doit commencer. L'étincelle, en effet, se déplace et se déforme, comme le ferait un corps flexible électrisé positivement. Le même effet s'obtient si, les deux boules étant isolées, la négative a un diamètre plus grand que la positive. »

---

[1] A. Righi, *Sulle scariche elettriche* (*Nuovo Cimento*, 2e série, t. XVI, p. 89 et 97).

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le poids atomique de l'yttrium.* Note de M. **P.-T. Clève**, présentée par M. Wurtz.

« En 1872, j'ai déterminé le poids atomique de l'yttrium par la synthèse du sulfate à partir de l'yttria, la plus pure que j'aie pu obtenir à cette époque, par la méthode de décomposition partielle des azotates. On ne connaissait pas alors la terbine, terre sans spectre d'absorption et qui possède un poids moléculaire plus élevé. Pour l'épreuve de la pureté de l'oxyde d'yttria, on avait alors l'absence des raies d'absorption, ce qui ne suffit plus aujourd'hui, après la découverte de la terbine. Il a donc fallu reprendre la détermination du poids atomique de l'yttrium.

» La séparation de la terbine de l'yttria est très difficile, exige beaucoup de temps, tandis que le rendement de l'yttria pure est très faible. La méthode de décomposition des azotates ne donne pas de bons résultats. D'un autre côté, on ne peut pas se servir du sulfate potassique ou de l'acide prussique lorsqu'il s'agit de la séparation de petites quantités de terbine dans l'yttria, bien que ces réactifs rendent service lorsqu'il s'agit de la séparation de petites quantités d'yttria dans la terbine. Il ne reste donc pas d'autre parti à prendre que de précipiter une solution acide de l'azotate avec de l'acide oxalique et de déterminer le poids atomique des diverses fractions.

» C'est par cette méthode que je suis enfin arrivé à obtenir 3 à 4^{gr} d'yttria, dont le poids moléculaire était constant. La proportion centésimale de Y^2O^3 dans le sulfate était, dans quatre fractions, 48,507; 48,526; 48,497; 48,494. Les variations sont faibles et tombent entièrement dans les limites de l'erreur inévitable. Avec cette petite quantité de l'yttria j'ai fait, hors de ces 4 déterminations, 8 autres, ou en somme 12.

» J'ai ainsi obtenu :

Maximum	48,526 pour 100 Y^2O^3	dans	le sulfate.	
Minimum	48,483	»	»	»
Moyenne de 12 déterminations.	48,503 $\pm$ 0,00029			

» De cette moyenne on peut calculer le poids atomique de $Y^{III} = 89,02$, si $O = 16$ et $S = 32$, ou $88,9 (\pm 0,027)$, si $O = 15,9633 (\pm 0,0035)$ et $S = 31,984 (\pm 0,012)$.

» Mes déterminations de 1872 avaient donné $48,605 (\pm 0,0096)$ pour $100 Y^2O^3$ dans le sulfate et le poids atomique 89,485.

» Je communiquerai ultérieurement les détails de mes expériences.

» L'yttria pure est parfaitement blanche ; la couleur jaune qu'elle possède quelquefois est due à la présence de terbine en très petite quantité. »

ZOOLOGIE. — *Sur un poisson des grandes profondeurs de l'Atlantique, l'*Eurypharynx pelecanoides. Note de M. L. **Vaillant**, présentée par M. Alph. Milne Edwards.

« Dans la dernière campagne du *Travailleur*, nous avons trouvé, sur les côtes du Maroc, par une profondeur de 2300^m, un poisson qui peut être regardé comme l'un des êtres les plus singuliers que nous aient fait connaître ces dragages à grande profondeur.

» Cet animal, long d'environ $0^m,47$, haut de $0^m,02$ au point le plus élevé, est d'un noir foncé intense. Le corps, dont la forme se trouve masquée en avant par la bouche anormale, dont il sera question plus bas, rappelle celui des *Macrurus*; il s'atténue régulièrement à partir à peu près du quart antérieur, point où se voit l'orifice branchial externe, et se termine en pointe à l'extrémité caudale; l'anus est placé à la réunion du tiers antérieur avec les deux tiers postérieurs du corps.

» Ce qui donne à ce poisson une physionomie toute particulière, ce sont la disposition des mâchoires et la conformation de la bouche, qui exagèrent encore ce que M. Ayrès a décrit chez le *Malacosteus niger*. Bien que la tête soit courte, à peine de $0^m,03$, les mâchoires et le suspensorium sont excessivement allongés; ce dernier ne mesurait pas moins de $0^m,095$; il en résulte que l'angle articulaire est porté très loin en arrière, à une distance du bout du museau égale à trois fois et demie environ la longueur de la portion céphalique. Ce suspensorium, autant qu'on en peut juger, n'est composé que de deux pièces, l'une basilaire, analogue au temporal, l'autre externe, représentant sans doute un tympano-jugal. Un stylet long et grêle constitue la mâchoire supérieure; sa situation doit le faire rapprocher de l'intermaxillaire; le maxillaire manquerait, à moins d'admettre que ces deux os sont confondus. On sent sur l'une et l'autre mâchoire de faibles granulations dentaires; à l'extrémité de la mandibule se voient deux dents en crochet, hautes de $0^m,002$.

» L'orifice buccal, par suite de cette disposition, est énorme; il conduit dans une cavité dont les dimensions sont encore plus étonnantes. En effet, la mâchoire supérieure se trouve réunie aux côtés de la tête et des portions antérieures du corps par un repli cutané extensible, qui permet un écartement considérable; puis, entre les branches des mandibules est étendue

une membrane cutanée analogue, mais bien plus dilatable, renfermant, comme le montre l'examen histologique, une grande quantité de fibres élastiques en faisceaux : on ne peut mieux la comparer qu'à la poche bien connue du pélican. Par suite de l'écartement des mâchoires et de l'extensibilité des membranes, la bouche avec le pharynx forme sur l'animal frais un vaste entonnoir, dont le corps du poisson semble être la continuation effilée. Il est à présumer que les aliments s'accumulent dans cette poche et peut-être s'y digèrent en partie, fait comparable à ce qu'on a signalé chez le *Chiasmodus niger*, Johnson.

» Les organes locomoteurs sont des plus rudimentaires. Les nageoires paires se réduisent à deux très petits appendices, que leur position en arrière et assez près de l'orifice branchial doit faire assimiler aux pectorales; les ventrales manquent. A une distance de l'occiput à peu près égale à la longueur de la tête commence une dorsale, qui se prolonge sur presque toute la longueur du dos, sans atteindre toutefois l'extrémité caudale : elle paraît se terminer à 0,06 ou 0,08 de celle-ci; l'anale, affectant une disposition semblable, prend son origine à quelques millimètres en arrière de l'anus pour finir au même point que la précédente. L'extrémité du corps est entourée d'un petit repli membraneux, sorte de caudale rudimentaire. Les rayons grêles et flexibles de ces nageoires impaires ne sont cependant pas articulés ni, autant qu'on en peut juger sur l'animal dans la liqueur, réunis par une membrane.

» L'appareil respiratoire offre une composition unique jusqu'ici chez les poissons osseux. On trouve six paires de fentes branchiales internes et par conséquent cinq branchies. Celles-ci sont constituées chacune par une double série de lamelles libres. La sortie de l'eau a lieu de chaque côté par un orifice très petit, formant une simple perforation cutanée, arrondie, située vers le niveau de la terminaison de l'infundibulum bucco-pharyngien. On ne trouve ni appareil hyoïdien, ni pièces operculaires.

» Sans entrer dans la description des organes contenus dans la cavité abdominale, il est important de signaler l'absence complète de vessie natatoire.

» Je proposerai de désigner ce poisson sous le nom d'*Eurypharynx pelecanoides*.

» Quelle place doit-il occuper dans la série ichthyologique? C'est un point assez difficile à juger, en l'absence de renseignements plus complets sur l'anatomie et en particulier sur le squelette, qu'il n'est pas possible d'examiner dans tous ses détails avec un individu unique.

» On peut dire que ce poisson offre des rapports avec les *Anacanthini*, avec certains *Physostomi*, tels que les *Scopelidæ*, les *Stomiatidæ*, et aussi avec les Apodes. Bien que se rapprochant de ces derniers par l'absence de nageoires ventrales et l'imperfection de l'appareil operculaire, il en diffère trop par ses intermaxillaires bien développés et absolument libres pour qu'on puisse le mettre dans ce groupe. Pour ce qui regarde les *Scopelidæ* et les *Stomiatidæ*, tous les genres connus aujourd'hui dans ces familles ont un orifice branchial très largement ouvert : chez les premiers, l'intermaxillaire forme seul le bord libre de la mâchoire supérieure; chez les seconds : le maxillaire y entre pour une part, ce serait donc des *Scopelidæ* que se rapprocherait l'*Eurypharynx*, d'autant qu'il ne présente pas le barbillon hyoïdien, indiqué comme caractéristique jusqu'ici des *Stomiatidæ*. Cependant, de tous les poissons, c'est du *Malacosteus niger*, Ayrès, mis dans cette dernière famille par les zoologistes, qu'on serait tenté de rapprocher l'animal dont il est ici question : eux seuls nous présentent la disposition simple du suspensorium signalée plus haut. Mais, en somme, c'est peut-être avec les *Anacanthini* que les affinités paraissent les plus réelles, soit qu'on ait égard à la forme du corps, qui rappelle beaucoup celui des *Macrurus*, soit qu'on invoque l'absence de ventrales habituelle chez certains animaux de ce groupe; ainsi plusieurs *Ophidiidæ* et tous les *Lycodidæ*, ces derniers même avec leur orifice branchial réduit, non cependant au point où il se trouve l'être chez notre animal, fournissent encore une probabilité en faveur de cette manière de voir. Toutefois, les caractères de l'*Eurypharynx* sont tellement tranchés, qu'il est en tous cas nécessaire de le regarder comme type d'une nouvelle famille; il en serait l'unique représentant, si des études ultérieures ne montrent pas qu'on doit y joindre le genre *Malacosteus*. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur un nouvel Insecte fossile de l'ordre des Orthoptères, provenant des terrains houillers de Commentry (Allier)*. Note de M. **Ch. Brongniart**, présentée par M. Alph. Milne Edwards.

« Les Insectes ont été pendant longtemps considérés comme rares dans les terrains carbonifères. Jusqu'en 1882, cent dix échantillons seulement avaient été découverts dans les schistes houillers du monde entier.

» En France, on n'en connaissait aucun, quand, pour la première fois, M. Grand'Eury m'envoya, de Saint-Étienne, en 1877, quelques ailes de Blattides, puis, à la fin de la même année, M. Fayol m'adressa, de Com-

mentry, le Phasmien décrit sous le nom de *Protophasma Dumasii*. Ces quelques trouvailles prouvaient, de la manière la plus évidente, que les Insectes existaient en France à l'époque du dépôt des terrains houillers; leur nombre était même considérable; car, à Commentry, le même ingénieur, aidé de tout son personnel, n'a pas découvert, depuis 1878, moins de 430 empreintes; parmi ces fossiles, il y a 300 Blattides et 130 Insectes de divers ordres.

» A Commentry, l'exploitation se fait dans des conditions excellentes pour ce genre de recherches: les houillères sont presque toutes à ciel ouvert, ce qui permet de rechercher et de reconnaître facilement les empreintes les plus délicates.

» M. Fayol vient de m'envoyer un Orthoptère très remarquable dont la taille gigantesque dépasse de beaucoup celle des plus grands Insectes actuels. Il a été trouvé par M. le surveillant Bellard, à Commentry, dans des schistes à grain assez fin, noirâtres, de la tranchée de Forêt. Toutes les parties du corps, sauf la portion supérieure du thorax et de l'abdomen, sont conservées. De toutes les familles d'Insectes existantes, c'est de celle des *Spectres* ou Phasmiens que se rapproche le plus ce fossile. Je le désignerai sous le nom de *Titanophasma Fayoli*, le dédiant au savant ingénieur, directeur des mines de Commentry.

» Le genre *Titanophasma* (de τιτανώδης, monstrueux; φάσμα, spectre) devra prendre place à côté des *Protophasma* parmi les fossiles; parmi les vivants, il se rapproche des *Phibalosoma* par la forme générale du corps et la taille, par la présence de nombreuses épines et verrues sur les pattes. La longueur du prothorax éloignait le *Protophasma* des Phasmes actuels; sous ce rapport, le genre *Titanophasma* s'écarte du *Protophasma* et se rapproche des espèces vivantes, car notre nouvel Orthoptère du terrain houiller a le prothorax plutôt plus court que les autres parties du thorax. Dans le genre *Titanophasma*, le corps est trapu, épais; les pattes sont robustes; les articles des tarses, au nombre de cinq, sont à peu près égaux de taille. Chez les Phasmes vivants, au contraire, l'article qui s'articule avec la jambe est plus long que les autres. Un caractère qui écarte encore le fossile des vivants, c'est que les pattes de la première paire sont plus courtes que celles des deuxième et troisième paires.

» Il existe à l'extrémité de l'abdomen des appendices, comme cela a lieu chez les Phasmes de notre époque.

» *Titanophasma Fayoli* (Charles Brongniart). — Cette espèce est de grande taille. On compte $0^m,25$ de la partie antérieure de la tête à l'extrémité de

l'abdomen. Sur la pièce qui est entre mes mains, l'Insecte est couché sur le côté; l'abdomen et le thorax ne sont intacts que dans leur portion inférieure. La tête présente un gros œil ovale, mais peu distinct, et une partie des mandibules est armée de fortes denticulations. Les antennes insérées au milieu du front sont courtes et grêles, relativement à la taille de l'animal; elles mesurent $0^m,035$; elles sont à peu près cylindriques, sans renflements; les articles les plus près de la tête sont plus longs et plus larges, mais leur état de conservation n'est pas assez parfait pour qu'il soit possible d'en donner le nombre exact; on en compte à peu près une vingtaine. Le thorax est mal conservé, mais il semble verruqueux ou épineux; le prothorax mesure $0^m,02$ de haut près de la tête. Il présente, comme chez le *Protophasma,* une sorte de collerette épineuse; le mésothorax et le métathorax sont plus longs que le prothorax : la position relative des pattes permet de s'en rendre compte, car on ne peut en distinguer nettement les limites.

» L'abdomen a $0^m,18$ de long; les segments, de longueur à peu près égale, sont au nombre de huit; le dernier est plus court et est terminé par deux appendices falciformes, dont on ne peut malheureusement pas voir l'extrémité. On remarque, à la partie inférieure de chacun des segments de l'abdomen, deux lignes épineuses, qui, au premier anneau et au dernier, s'écartent l'une de l'autre et remontent vers la partie supérieure.

» Dans les trois paires de pattes, la hanche est forte, présente plusieurs rangées d'épines, et les autres parties des pattes sont couvertes d'épines fines et nombreuses, disposées pour la plupart sur quatre ou six lignes parallèles ou s'anastomosant, entre lesquelles on remarque des sortes de grosses verrues. La partie supérieure du thorax n'étant pas conservée, il est impossible de dire si l'Insecte était ailé. Toutefois, bien qu'on n'ait pas rencontré jusqu'ici d'Insectes aptères dans les terrains carbonifères, il ne serait pas étonnant que cette espèce fût dépourvue d'ailes, car les femelles des *Phibalosoma,* dont cet Insecte se rapproche beaucoup, sont aptères.

» Il m'a semblé intéressant de faire connaître à l'Académie ce fossile si curieux. J'appellerai l'attention sur ce fait que, en général, les Insectes de l'époque houillère diffèrent peu des insectes des mêmes groupes de notre époque et que déjà ils sont très élevés en organisation. »

GÉOGRAPHIE ZOOLOGIQUE. — *Sur la faune malacologique du Varangerfjord.* Note de MM. **G. Pouchet** et **J. de Guerne**, présentée par M. Alph. Milne Edwards.

« Au cours de la mission accomplie l'année dernière par la corvette *le Coligny*, un certain nombre de dragages ont été effectués dans le Varangerfjord, au milieu du golfe, à proximité des deux rives et dans les fjords secondaires de la côte méridionale. La plus grande profondeur de la mer dans cette région est de 445^{m}. Il a été fait peu de recherches directes à marée basse.

» Les Mollusques, représentés par plus de quinze cents spécimens, se répartissent ainsi qu'il suit :

	Genres.	Espèces.
Lamellibranches	24	38
Solénoconques	2	3
Gastéropodes (non compris les Nudibranches)	29	53
Total	52	94

» Certaines formes, telles que *Cardium ciliatum, Chrysodomus Turtoni*, etc., considérées par les naturalistes norvégiens (Sars) comme très rares en ces parages, ont été recueillies à l'état vivant. Les espèces suivantes : *Astarte sulcata, Mactra subtruncata, Neæra obesa, Panopæa norvegica, Dentalium entalis, Rissoa proxima*, doivent être ajoutées à la liste des Mollusques du Finmark oriental, donnée, en 1878, par le professeur G.-O. Sars, dans l'ouvrage le plus complet qui ait été publié sur la matière (*Moll. region. arct. Norveg.*) Ces espèces, connues d'ailleurs en d'autres points de la péninsule scandinave, s'étendent au sud dans les zones boréale et celtique, quelques-unes même jusque dans la Méditerranée. Toutes sont rares dans le Varangerfjord.

» Le caractère de la faune est nettement arctique. Plus d'un tiers des espèces obtenues par le *Coligny* sont circumpolaires; soixante-six sont connues dans les dépôts glaciaires. Pour les trouver vivantes, à leur maximum de développement actuel, il faut remonter vers des latitudes plus hautes. On en rencontre également un certain nombre dans les eaux froides des grandes profondeurs océaniques ou dans des régions beaucoup plus méridionales que le Finmark, sur la côte orientale de l'Amérique du Nord (Labrador, Terre-Neuve, Massachusetts).

» Parmi les 94 espèces, 63 sont signalées au Groenland; 55 au Spitzberg;

42 à la Nouvelle-Zemble et dans la mer de Kara; 41 dans les parages du détroit de Behring.

» A la surface, la température où vivent ces Mollusques paraît comprise entre $-2°$ et $+10°$. Cette dernière température, observée par nous le 28 juillet, doit être très voisine du maximum. Au milieu du fjord, par 350^m de fond, à $+0°,3$, sur une vase argileuse extrêmement fine, nous avons rencontré vivantes des formes telles que *Pecten groenlandicus* et *Siphonodentalium vitreum*.

» On sait que le Varangerfjord et les parages voisins de la mer Glaciale ne gèlent pas l'hiver. Qu'on explique ce fait par l'extension, très problématique à notre avis, du courant du golfe, ou mieux par l'influence du grand courant atmosphérique sud-est-nord-ouest, dont l'existence est aujourd'hui bien prouvée, il n'en résulte pas moins que, tandis que le régime de ses eaux superficielles semble rattacher le Varangerfjord à l'Atlantique, la température des eaux profondes de ce golfe, comme l'a déjà indiqué l'un de nous (voir *Comptes rendus* du 2 janvier 1882), aussi bien que sa faune malacologique, le rapproche des mers couvertes de glace pendant la majeure partie de l'année. »

ZOOLOGIE. — Les Suctociliés, *nouveau groupe d'Infusoires, intermédiaires entre les Ciliés et les Acinétiens*. Note de M. C. DE **MEREJKOWSKY**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Des caractères constants et très tranchés séparent les Infusoires ciliés des Acinétiens; les premiers, par la présence de cils vibratiles, se distinguent nettement des seconds qui n'en présentent jamais, du moins à l'état adulte, et qui, par contre, possèdent toujours des organes spéciaux, connus sous le nom de *suçoirs*.

» Jusqu'ici aucune forme intermédiaire n'a été signalée comme faisant le passage entre ces deux groupes si distincts et si nets. Le seul caractère qui rapproche les Infusoires ciliés des Acinétiens et qui établisse une parenté entre ces deux groupes consiste en ce que les Acinétiens, à certains stades de leur développement, présentent, comme les Infusoires ciliés, des cils qui, il est vrai, ne tardent pas à disparaître.

» En étudiant, pendant l'été passé, la faune des Protozoaires du golfe de Naples, j'ai rencontré une forme intermédiaire entre les deux groupes, qui présente à la fois les cils des Infusoires ciliés et les suçoirs des Acinétiens. Ce nouveau type vient heureusement combler la lacune existant entre les

deux groupes déjà connus et, en sa qualité de forme intermédiaire, servir à établir leur généalogie.

» L'Infusoire que je désire faire connaître est un des plus communs du golfe. Au premier abord, on pourrait le prendre pour un Haltérien, dont il présente certaines ressemblances d'organisation. Il ne dépasse pas en volume une petite Haltérie; son corps, arrondi et légèrement piriforme, se termine à sa partie antérieure par un col conique peu développé, à l'extrémité duquel se trouve une ouverture. Le corps est revêtu d'une membrane cuticulaire épaisse, surtout à l'extrémité postérieure, et qui présente des plis longitudinaux disposés en spirale. Cette membrane, par sa résistance, détermine la forme générale du corps. Le col seul, recouvert d'une mince cuticule, est contractile et peut, suivant la volonté de l'animal, s'invaginer à l'intérieur et ainsi s'allonger et se raccourcir. Dans son état de plus grande extension, il ne dépasse jamais cependant la longueur du corps.

» A la base du col se voit une couronne de longs cils au moyen desquels l'animal peut exécuter deux sortes de mouvements. Les uns sont des mouvements lents, comme si l'animal rampait sur divers objets; les autres sont des sauts brusques, si rapides qu'il est impossible de suivre l'Infusoire. Ces cils ont à peu près la longueur du corps, sont forts, rigides et disposés suivant trois cercles superposés; les cils du cercle moyen sont perpendiculaires au grand axe de l'animal; ceux des deux autres cercles sont dirigés obliquement, ceux du cercle antérieur, vers l'extrémité antérieure, et ceux du cercle postérieur vers l'extrémité postérieure. Chaque cercle renferme 7 à 8 cils, de sorte que la couronne tout entière est formée de 21 à 24 cils.

» Le protoplasma granuleux et incolore renferme un nucléus arrondi ou légèrement ovale, situé au milieu du corps, et une vacuole contractile, placée près de l'extrémité postérieure.

» La partie la plus intéressante dans l'organisation de cet animal est la présence constante de quatre suçoirs, disposés symétriquement sur le bord de l'orifice du col. Fort courts, ils n'atteignent pas même la longueur du col; quant à leur structure, elle est la même que celle des suçoirs des Acinétiens; on y distingue un mince pédoncule, terminé à son extrémité par un élargissement globuleux. Lorsque le col s'invagine, les quatre suçoirs sont également entraînés dans l'intérieur et ne peuvent plus alors être observés. C'est dans cette position que l'animal se présente habituellement, et il est alors facile de le confondre avec un Infusoire cilié.

» Lorsque, par de brusques sauts, il parcourt le champ du microscope, il présente toujours cet aspect; souvent même, aussitôt après s'être arrêté,

il conserve la même apparence; mais, si on l'observe pendant un certain temps, on voit le col se dévaginer et les quatre suçoirs apparaître. Effrayé par un choc, l'Infusoire veut-il sauter, il les rentre de nouveau à l'intérieur. Parfois l'animal se fixe, au moyen de ses suçoirs, à divers objets ou bien rampe lentement à l'aide de ses cils, la bouche ouverte et les suçoirs dirigés en avant.

» L'Infusoire dont je viens de décrire, avec quelques détails, l'organisation, a été trouvé depuis longtemps par un savant allemand, M. Cohn, qui, sous le nom de *Acarella siro*, en a donné une description très superficielle. Le caractère essentiel de la présence des quatre suçoirs, ainsi que beaucoup d'autres, lui a échappé, et c'est ce qui l'a conduit à placer son Infusoire parmi les Ciliés.

» Mais, on le voit, par certains caractères, c'est un Infusoire cilié; par d'autres, c'est un Acinétien; il est donc nécessaire de créer pour lui au moins une famille à part, que nous proposons de nommer *Suctociliatæ*. Cette famille peut à volonté être rangée dans l'un ou l'autre des ordres, comme forme intermédiaire, ou bien, si l'on préfère, on peut en faire l'ordre nouveau des *Suctociliés*.

» Reste à savoir si les Suctociliés ne sont pas des formes primitives et anciennes qui auraient donné naissance, d'une part, aux Ciliés, par disparition des suçoirs; d'autre part, aux Acinétiens, par suppression des cils vibratiles; ou bien ne doit-on pas plutôt considérer l'*Acarella siro* comme un Cilié qui a acquis des suçoirs sans avoir des rapports généalogiques avec les Acinétiens? ou enfin comme un Acinétien qui aurait conservé ses cils ambryonnaires jusqu'à l'âge adulte? Nous ne saurions choisir une de ces trois suppositions comme étant la plus vraisemblable, toutes les trois ayant des considérations en leur faveur. C'est l'histoire du développement de l'Infusoire, très difficile à étudier à cause de ses brusques mouvements, qui décidera certainement du choix. La dernière des suppositions nous semble cependant être la moins vraisemblable. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Influence de l'excitabilité du muscle sur son travail mécanique*. Note de M. M. MENDELSSOHN [1].

« En considérant le travail mécanique du muscle comme l'expression la plus évidente de l'activité musculaire, on est forcé d'admettre d'avance

[1] Travail du laboratoire de M. Marey, au Collège de France.

que toutes les modifications subies par cette dernière doivent nécessairement retentir d'une façon quelconque sur la valeur du travail. Nous étions d'autant plus porté à croire à la probabilité de cette assertion que, dans des recherches précédentes [1], nous avions constaté déjà les variations de la hauteur de soulèvement, suivant les différents états du muscle. Étant donné que le travail mécanique du muscle est le produit du poids par la hauteur de soulèvement [2], c'est-à-dire par la hauteur à laquelle ce poids est soulevé par le muscle mis en action, on conçoit bien que toutes les modifications de l'excitabilité musculaire, se traduisant par des variations de la hauteur de soulèvement, doivent exercer une certaine influence sur la valeur du travail effectué par un muscle devenu plus ou moins excitable. Aussi, nous nous sommes proposé d'étudier expérimentalement les rapports qui existent entre les modifications de l'excitabilité du muscle et son travail mécanique.

» En entreprenant ces recherches dans le laboratoire de M. Marey, au Collège de France, en 1881, nous avons voulu éviter autant que possible l'inertie du poids, qui bien souvent modifie considérablement les résultats obtenus; en même temps, nous voulions représenter graphiquement, sous la forme de deux lignes, la valeur des deux facteurs dont le produit (surface d'un rectangle) constitue le travail mécanique du muscle. Les procédés indiqués par M. Marey nous ont permis d'atteindre ce double but de la façon suivante :

» Une grenouille est fixée sur une planchette de liège, comme pour les expériences ordinaires de myographie. Le tendon d'un muscle gastrocnémien s'attache, par un fil inextensible, à la base d'un levier horizontal très léger, qui doit inscrire les mouvements. La tension du muscle, correspondant à la tension produite par l'application d'un poids, est obtenue de la manière suivante : le même fil qui fixe le tendon au levier enregistreur va, en se prolongeant, s'attacher au levier d'un tambour à air, disposé de telle sorte qu'un gonflement de la membrane produise, avec la déviation du levier, une traction sur le muscle. Ce gonflement du tambour résulte d'une compression de l'air à son intérieur. Il est facile, en évaluant, sur l'échelle d'un manomètre à eau communiquant avec le tambour, la pression subie

---

(1) Mendelssohn, *Quelques recherches relatives à la mécanique du muscle* (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, séance du 29 octobre 1881).

(2) Nous ne tenions pas compte, dans nos recherches, de la hauteur d'équilibre (*Fick*), c'est-à-dire de la hauteur à laquelle le muscle maintient le poids soulevé.

par l'air comprimé, de déterminer la valeur de la traction que supporte le muscle. La pression de l'air dans ce système clos produit, en même temps, le déplacement du mercure dans deux vases communiquants et le soulèvement d'un flotteur, qui est placé sur la surface du mercure dans l'un des deux vases. L'extrémité libre du flotteur porte un fil qui va s'enrouler autour d'un cylindre enregistreur. Il est évident que chaque insufflation d'air dans le système clos déplace le mercure, soulève le flotteur et imprime au cylindre enregistreur un mouvement, dont l'étendue devient ainsi l'expression exacte de la traction subie par le muscle, c'est-à-dire du poids appliqué.

» Toutes mes expériences ont porté sur le gastrocnémien de la grenouille, dont l'excitabilité a été modifiée par des procédés différents (variations de la température, anémie, section du nerf, fatigue, poisons variés : strychnine, curare, vératrine, etc.); le muscle a été mis en action par une décharge du condensateur traversant la bobine d'induction (procédé de M. d'Arsonval). Nous nous étions assuré, au préalable, que cette méthode d'excitation fatigue beaucoup moins le nerf et le muscle que tout autre procédé.

» Un grand nombre d'expériences, faites en grande partie dans le laboratoire de M. Marey, nous autorisent à formuler dans cette Communication les quelques conclusions suivantes :

» 1° Pour un poids déterminé, c'est-à-dire pour une certaine tension donnée au muscle, le travail mécanique d'une *contraction unique* d'un muscle « plus excitable » est plus grand que celui d'un muscle dont l'excitabilité est normale. C'est le contraire pour un muscle dont l'excitabilité a diminué. Ce fait s'observe surtout lorsque le poids soulevé est peu considérable; mais il n'en est pas moins constant avec des poids plus grands, et alors les hauteurs de soulèvement sont ordinairement moindres.

» 2° Le nombre de travaux successifs qu'un muscle chargé d'un poids donné peut exécuter jusqu'à son épuisement, c'est-à-dire jusqu'à ce qu'il ne soit plus en état de produire aucun travail, est moins grand pour un muscle « plus excitable » que pour celui dont l'excitabilité est normale. Cela démontre qu'un muscle plus excitable *s'épuise plus rapidement,* pour une série de travaux donnés, qu'un muscle normal. Le même fait s'observe dans un muscle dont l'excitabilité est sensiblement diminuée, tandis qu'un muscle dont l'excitabilité n'est qu'un peu au-dessous de la normale peut produire un nombre de travaux égal à celui d'un muscle normal, ne différant de ce dernier que par la plus petite valeur de chacun des travaux considérés isolément.

» 3° La *somme totale* d'une série de travaux successifs, exécutés par un muscle chargé d'un poids donné, jusqu'à son épuisement, est moins grande pour un muscle « plus excitable » que pour un muscle normal. Cela tient évidemment à la diminution du nombre des travaux que le muscle plus excitable effectue, bien que les hauteurs de soulèvement soient plus grandes. Un muscle dont l'excitabilité est considérablement diminuée donne aussi un travail total beaucoup moindre qu'un muscle normal; car, dans ce cas, le nombre des travaux et les hauteurs de soulèvement sont également diminués.

» 4° La *durée* pendant laquelle le muscle, soumis à une charge donnée, est en état d'exécuter une série de travaux, jusqu'à son épuisement, est moins longue pour un muscle « plus excitable » que pour un muscle normal. Ainsi, ce dernier, étant excité trois fois par minute, peut soulever un poids de 15^{gr} pendant quatre-vingt-quatre minutes, tandis que le premier, toutes conditions restant égales, ne soulèvera ce poids que pendant vingt-six minutes. Le même fait s'observe dans un muscle dont l'excitabilité a sensiblement diminué. Dans tous ces cas, la diminution de cette durée s'opère plus rapidement et d'une façon plus évidente avec un grand poids qu'avec un poids peu considérable.

» 5° L'augmentation du travail mécanique du muscle « plus excitable », soumis à des *charges croissantes*, a lieu surtout pour les faibles charges; elle est peu considérable et elle cesse tout à fait quand les poids deviennent très grands, cas dans lequel la diminution de la hauteur de soulèvement diminue notablement la valeur du travail mécanique. »

MÉTÉOROLOGIE AGRICOLE. — *Végétation du blé.* Note de M. **Eug. Risler**, présentée par M. Hervé Mangon.

« Pendant plusieurs hivers, j'ai suivi avec attention le développement d'un certain nombre de plants de blé, que je dessinais et mesurais de temps en temps. Je n'ai jamais pu constater un accroissement quand la température de l'air à l'ombre n'avait pas été, au moins pendant quelques jours de suite et, chaque jour, au moins pendant quelques heures, à $+6°$. Quelquefois, il est vrai, certaines variétés de blé montrent des traces de végétation pendant des jours d'hiver où la température moyenne n'arrive qu'à 5° : par exemple, dans la première moitié de janvier 1873, du blé bleu de Noé a poussé sa cinquième feuille et la quatrième s'est allongée de $0^{m},007$, bien qu'il n'y eût que trois jours où la moyenne ait atteint 5°. C'est

que ces moyennes provenaient de minima inférieurs à 0 et de maxima de + 8°, + 9°, quelquefois même de plus de + 10°. Des journées de ce genre, avec ces alternances de gel pendant la nuit et de coups de soleil pendant le jour, sont désastreuses pour les blés, malgré les traces de vitalité qu'il paraît reprendre pendant les heures les plus chaudes. Il se déchausse; quelquefois les feuilles sont coupées par la glace qui se forme pendant la nuit à la surface du sol dégelé pendant le jour. La température initiale du blé est donc bien + 6°; elle me paraît même être plus élevée pour certaines variétés originaires de l'Angleterre et pour le blé hybride Galland.



» D'après cela, pour déterminer la somme de degrés de température nécessaires pour la maturation du blé, j'ai, suivant l'exemple de MM. A. de Candolle et Hervé Mangon, additionné toutes les températures moyennes de + 6° depuis le jour de l'ensemencement jusqu'à la moisson. Voici les résultats que m'ont donnés dix années d'observations pour du blé de la variété bleue de Noé, que je sème presque exclusivement :

Années.	Époques des semailles.	Époques de la moisson.	Somme des températures moyennes, supérieures à 6°, pour fleurir.	Somme des températures moyennes, supérieures à 6°, pour mûrir.	Jours de végétation de plus de 6°.	Proportion des jours clairs.	Pluie ou neige.	Évaporé par jour.	Somme des températures du sol à 0m,10 de profondeur.	Somme des températures du sol à 1m de profondeur.	Récolte par hectare.
			°	°		p. 100	mm	mm			hect
1866-67.	9 oct.	15 juil.	1422,25	2068,81	158	44	1007,82	1,88	?	?	18
1867-68.	5 »	10 »	1293,95	2033,35	158	48	500,20	1,69	?	?	21
1868-69.	10 »	20 »	1340,55	2214,55	170	54	783,77	1,85	?	2490°,2	34
1869-70.	6 »	10 »	1237,15	2015,20	149	59	440,70	1,14	?	2083,1	27,5
1870-71.	11 »	30 »	?	2195,35	173	49	834,65	1,95	?	2338,7	33
1871-72.	27 sept.	21 »	?	2084,40	169	43	732,39	1,74	?	2374,9	24
1872-73.	13 oct.	20 »	?	2213,15	183	44	785,16	1,58	2334°,12	2465,7	22
1873-74.	22 sept.	15 »	?	2317,70	176	55	545,27	1,84	2493,13	2366,8	36
1874-75.	15 oct.	20 »	?	2069,35	146	62	756,15	1,98	2287,33	2156,8	18
1875-76.	15 »	21 »	?	2129,65	171	49	941,77	1,41	2148,63	2183,6	21
Moyennes.			1323,47	2134,15	165	50,8		1,70	2315,80	2307,4	25,4

» Dans le département de la Manche, à Sainte-Marie-du-Mont, M. Hervé Mangon a trouvé une moyenne de 2365°, c'est-à-dire, 231° de plus qu'à Calèves.

» Cette différence s'explique par la différence entre le climat maritime de la Normandie et le climat continental de l'est de la France.

» En Normandie, les hivers sont plus doux et, par conséquent, on y trouve plus de journées où la température moyenne dépasse + 6°.

» D'un autre côté, les étés y sont moins chauds; la maturation s'y fait plus lentement et la moisson arrive environ trois semaines, quelquefois quatre semaines plus tard.

» Enfin, les températures additionnées sont des températures moyennes de l'air à l'ombre; elles sont moins élevées que les températures du Soleil qui agissent réellement sur les récoltes. Mais l'erreur qui provient de là est moins grande sous le ciel souvent brumeux de la Normandie et jusqu'au niveau de la mer que dans l'intérieur du continent et à une altitude de 420^{m}.

» Mes deux plus fortes récoltes, 34^{hlit} à l'hectare en 1868-69 et 36^{hlit} en 1873-74, correspondent aux plus fortes sommes de température, 2214° et 2317°.

» Pour tenir compte aussi bien que possible de la chaleur directe du Soleil, j'ai additionné pour les années 1872 à 1876 les moyennes de température du sol à $0^{m},10$ de profondeur et j'ai trouvé 2315°,80 pour la période de végétation du blé.

» La terre à 1^{m} n'a de rapports directs avec le blé que par les racines qui s'étendent jusqu'à cette profondeur. Cependant les variations de température de quelque importance qui agissent à la surface du sol se font sentir au bout de quelques jours jusqu'à 1^{m} de profondeur, et s'enregistrent sur le thermomètre qui s'y trouve placé, en moyennes très précises, d'autant plus fortes que l'insolation a été plus considérable à l'extérieur, d'autant plus faibles que la chaleur solaire a eu plus d'humidité à évaporer. Il n'est donc pas sans intérêt de savoir quelles sont les sommes de températures du sol à 1^{m} correspondant à la période de végétation du blé. Je les ai données dans le Tableau ci-dessus pour huit années, de 1868 à 1876. La moyenne a été 2307°,4. La somme la plus forte a été atteinte dans l'année 1868-69, pendant laquelle l'hiver a été très doux. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Des conditions dans lesquelles se produit l'épinastie des feuilles*. Note de M. E. **Mer**, présentée par M. Duchartre.

« On désigne sous le nom d'*épinastie* la phase du développement des feuilles où le limbe, replié jusque-là suivant la nervure médiane, s'ouvre et déploie au jour sa face supérieure. Les conditions dans lesquelles se manifeste ce phénomène ont été, de ma part, l'objet de quelques recherches, au mois de juin dernier.

» La lumière paraît indispensable à la production de l'épinastie, au moins pour le *Phaseolus vulgaris,* dont il est spécialement question dans cette Note. Sur les sujets élevés à l'obscurité, le limbe demeure replié, ou du

moins ne s'ouvre qu'imparfaitement. Pendant toute la durée de la végétation et par suite d'un arrêt manifeste de développement, le tissu de ce limbe reste à peu près homogène, conservant ainsi le caractère de jeunesse qui distingue, en général, le parenchyme foliaire, avant l'épinastie. C'est à peine si les cellules situées sous l'épiderme alors intérieur se font remarquer par des dimensions un peu plus considérables et une disposition légèrement palissadiforme. Mais, lorsque ces germinations ont été exposées au jour pendant un certain temps, variable d'ailleurs avec leur âge et l'intensité de la lumière, on voit apparaître une série de notables changements. Le limbe ne tarde pas à s'étaler et à verdir; en même temps, il s'accroît en tous sens, grâce au développement des cellules palissadiformes, qui s'opère avec plus d'activité que celui des autres éléments. Il est à remarquer que cette supériorité d'accroissement est bien due à la nature propre de ces cellules et non à ce qu'elles sont plus vivement éclairées, puisque la lumière ne leur parvient dans le principe qu'après avoir traversé le tissu destiné à devenir lacuineux.

» L'observation montrant qu'une feuille acquiert de plus grandes dimensions, en largeur et en épaisseur tout au moins, dans un air sec que dans un air humide, il s'agissait de voir si la lumière ne produit pas l'augmentation de croissance de la face supérieure, en favorisant la transpiration de cette face. Pour m'en assurer, je disposai l'une des deux premières feuilles d'une germination étiolée dans un flacon fermé à l'aide d'un bouchon fendu, au fond duquel se trouvait un peu d'eau, et l'autre feuille dans un flacon semblable que je laissai ouvert et à sec. Enfin la feuille suivante fut immergée sous une mince couche d'eau. De cette manière, chacun des limbes se trouvait éclairé avec une intensité égale. La plante était alternativement maintenue à la lumière diffuse pendant douze heures, puis pendant le même temps à l'obscurité. Avant son transport dans ce dernier milieu, on avait soin chaque fois de retirer de l'eau la troisième feuille, pour qu'elle ne s'infiltrât pas par une immersion trop prolongée. La plante étant déjà âgée, les feuilles restèrent jaunes pendant toute la durée de l'expérience (du 13 au 23 juin), mais elles s'ouvrirent presque simultanément, et leurs dimensions s'accrurent. C'est ainsi que la longueur du limbe situé dans l'air humide augmenta de $0^{m},004$, la largeur restant la même, tandis que le limbe placé dans l'autre flacon grandit de $0^{m},003$ en longueur et en largeur. L'épinastie se manifeste donc sous l'influence de la lumière, même dans un air saturé, même sous l'eau.

» L'expérience suivante montre, en outre, que le phénomène est induc-

tif, c'est-à-dire que son effet ne se produit qu'au bout d'un certain temps, soit que la cause subsiste, soit même qu'elle ait cessé d'agir. Si l'on maintient à la lumière des germinations étiolées pendant une durée insuffisante pour que l'épinastie apparaisse, et qu'on les replace ensuite à l'obscurité, les limbes s'ouvrent néanmoins dans ce dernier milieu. Cette influence inductive se fait sentir même à longue échéance, car il suffit que l'exposition au jour ait lieu, alors que les feuilles se trouvent encore repliées entre les cotylédons à peine entr'ouverts, pour que ces feuilles s'étalent ensuite à l'obscurité, y acquièrent une teinte légèrement verte et des dimensions plus considérables que celles auxquelles elles auraient été réduites sans cette circonstance. C'est grâce à la même influence que de jeunes feuilles ayant commencé à se développer au jour, mais n'étant pas encore entrées en épinastie, peuvent s'ouvrir, non sans un certain retard toutefois, quand ensuite on les soustrait à la lumière (folioles de Robinier et de Cytise).

» L'épinastie se produit avec plus de rapidité lorsque la lumière est vive et les feuilles encore jeunes. Bien que le verdissement l'accompagne d'ordinaire, il n'y a pas entre ces deux phénomènes de relation au moins directe, car ils peuvent se produire indépendamment l'un de l'autre. Ainsi, lorsqu'elles sont jeunes et exposées à une lumière d'intensité moyenne, les feuilles verdissent avant de s'ouvrir, et le contraire a lieu quand elles sont âgées. Dans ce dernier cas, le phénomène présente souvent une particularité assez curieuse. Pendant que la feuille se colore avec lenteur, en commençant par le parenchyme avoisinant les grosses nervures, le mouvement d'épinastie se poursuit au delà des limites habituelles, et le limbe s'incurve sur les bords : ce qui est dû probablement à ce que les cellules de la face inférieure ne sont plus assez jeunes pour se prêter au développement de la face supérieure.

» L'épinastie, n'étant pas liée au verdissement des grains chlorophylliens, est, *a fortiori*, indépendante de l'assimilation. Le phénomène peut même se produire, bien qu'avec plus de lenteur, sur des sujets paraissant dépourvus de toute matière de réserve. C'est ainsi que sur des germinations dont les cotylédons étaient épuisés et dans les tissus desquelles on ne rencontrait plus trace d'amidon, à l'exception des stomates, les feuilles néanmoins purent s'étaler et grandir à la lumière. Comme aucun accroissement ne saurait s'opérer sans le concours de la nutrition, on doit admettre que, sous l'influence de la lumière, les cellules palissadiformes avaient attiré les quelques parcelles de matières nutritives qui pouvaient

encore se trouver disséminées dans les tissus, soit à l'état de dépôt, soit à l'état de dissolution, et s'étaient développées à leurs dépens.

» Les faits que je viens d'exposer peuvent être résumés ainsi qu'il suit :

» 1° L'épinastie est le résultat du développement des cellules palissadiformes provoqué par la lumière.

» 2° La transpiration n'est pas nécessaire à sa manifestation.

» 3° Il en est de même du verdissement des feuilles, de l'assimilation ainsi que de la réserve nutritive renfermée dans la plante.

» Mais, bien que ces conditions ne soient pas indispensables à la production du phénomène, on ne doit pas en conclure qu'elles ne le favorisent pas : toutes en effet ont pour résultat d'activer le développement des cellules de la face supérieure. »

M. N. **Vanecek** adresse une Note sur « quelques développements en série ».

M. A. **Fortin** adresse, de Châlette (Loiret), une Note relative à un instrument permettant de prévoir, par les mouvements de l'aiguille aimantée, l'apparition des taches solaires, les aurores boréales, les tempêtes et les orages.

M. **Ch.-V. Zenger** adresse une Note relative à la construction des lentilles aplanétiques.

M. P. **Guyot** adresse les résultats fournis par l'analyse du lait d'une Négresse de la vallée du bas Zambèse.

Ce lait était riche en beurre et en sucre, mais remarquablement pauvre en caséine. Les matières salines s'y trouvaient à l'état normal. On n'y a pas constaté la présence de matières albuminoïdes.

La séance est levée à 5 heures et demie.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 4 décembre 1882.

Rapport présenté à M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce par l'Académie de Médecine sur les vaccinations pratiquées en France pendant les années 1879 *et* 1880. Paris, Impr. nationale, 1882; 2 vol. in-8°. (Deux exemplaires.)

Bulletin de la Société des Amis des Sciences naturelles de Rouen; 2e série, XVIe année, 1881, 2e semestre; XVIIIe année, 1882, 1er semestre. Rouen, impr. L. Deshays, 1882; 2 vol. in-8°.

Congrès géologique international. Compte rendu de la 2e *session, Bologne,* 1881. Bologne, impr. Fava et Garagnani, 1882; in-8°. (Présenté par M. Hébert.)

Traité d'Astronomie pratique; par M. A. Souchon. Paris, Gauthier-Villars, 1883; in-8°. (Présenté par M. Faye.)

Traité clinique de la folie à double forme; par le Dr Ant. Ritti. Paris, G. Doin, 1883; in-8°. (Présenté par M. Ch. Robin pour le Concours Lallemand.)

Les races sauvages; par Alph. Bertillon. Paris, G. Masson, 1882; in-8° illustré.

Gaston Tissandier. *Les héros du travail.* Paris, M. Dreyfous, 1882; in-8° illustré.

Les nouvelles routes du globe; par Maxime Hélène. Paris, G. Masson, 1882; in-8° illustré.

La doctrine physiologique moderne. Programme des travaux du Dr Mourgue (*du Gard*). Paris, A. Parent, 1882; br. in-8°. (Trois exemplaires.)

Le passage de Vénus du 6 *décembre* 1882. *Historique et description complète du phénomène; par* M. W. de Fonvielle. Paris, impr. Guillot, 1882; 4 pages grand in-4°.

United states Commission of fish and fisheries; Part. VII: *Report of the Commissioner for* 1879. Washington, government printing Office, 1882; in-8° relié.

A new theory of nature, etc.; by D. Dewar. London, W. Reeves, sans date; in-18 relié.

Index catalogue of the library of the surgeon general's Office United States Army : Authors and subjects, vol. III, CHOLECYANIN-DZONDI. Washington, Government printing Office, 1882; grand in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.

ERRATA.

(Séance du 6 novembre 1882.)

Page 838, transposer les chiffres des colonnes B et C du tableau.

(Séance du 4 décembre 1882.)

Page 1085, tableau, ligne correspondant à T. M. Paris $17^h 52^m 39^s,1$, effacer le n° 62 et le remonter à la ligne $17^h 46^m 46^s,4$, colonne SP.

Page 1122, ligne 24, *au lieu de* Eygischhorn, *lisez* Eggischhorn.

Page 1123, ligne 25, *au lieu de* Vossanan, *lisez* volcan.

Même page, lignes 27, 28, 29, *au lieu de* On a entendu dix-sept fois le tonnerre à Bogota, altitude 2600^m; il grêle six à sept fois par an à Quito, *lisez* On a entendu dix-sept fois le tonnerre. A Bogota, altitude 2600^m, il grêle six à sept fois par an. A Quito, . . .

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 DÉCEMBRE 1882.

PRÉSIDENCE DE M. JAMIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie que, en raison des fêtes du jour de Noël et du 1er janvier, les deux prochaines séances auront lieu le mardi 26 décembre et le mardi 2 janvier.

ASTRONOMIE. — *Sur un récent Mémoire de M.* R. Wolf, *de Zurich, au sujet de la périodicité des taches du Soleil;* par M. **Faye**.

« M. R. Wolf m'ayant chargé de faire connaître ce travail à l'Académie et de présenter le n° 57 des *Astronomische Mittheilungen*, qui le contient, j'ai été conduit à rédiger la Note suivante.

» On sait que la périodicité des taches du Soleil a été découverte par M. Schwabe, de Dessau. M. Schwabe, en se fondant sur ses seules observations personnelles, a trouvé pour période dix ans, résultat qui ne pouvait passer que pour une première approximation. En effet, l'étude ultérieure de ce beau phénomène fit voir qu'il était assez complexe. L'Académie sait que M. Wolf, directeur de l'Observatoire de Zurich, a entrepris depuis longtemps d'en faire une étude complète. Dans ce but, il a réuni, à grand' peine, toutes les observations conservées depuis la découverte des taches

par Fabricius, c'est-à-dire depuis 1610, et il les a reliées par un système de nombres destinés à exprimer la fréquence des taches au moyen d'une unité arbitraire, il est vrai, mais aussi indépendante que possible de l'individualité de l'observateur et de la force de son instrument. Cette longue série, systématiquement réduite d'après un seul et même plan qui a été adopté plus tard par tous les observateurs, comprend plus de deux siècles et demi. Elle a fourni à M. R. Wolf une période fort différente de celles de Schwabe, de Lamont, d'Allan Broun, à savoir $11\frac{1}{9}$ ans ou $11^a,11$.

» Cependant les irrégularités que présentent les époques et les valeurs numériques des maxima et des minima sont telles que, malgré la longue durée des observations, la période de $11\frac{1}{9}$ ans n'a pu être fixée qu'avec une erreur probable de $\pm 0^a,287$, c'est-à-dire de trois ou quatre mois.

» D'autre part, les astronomes anglais à qui l'on doit les belles observations de Kew ne se sont pas contentés de cette période. Persuadés que les taches du Soleil étaient dues à l'action des planètes puissantes comme Jupiter, ou plus rapprochées du Soleil, comme Mercure et Vénus, ils cherchèrent à mettre en évidence d'autres périodes, surtout celle de douze ans, durée de la révolution de Jupiter.

» M. Wolf se décida donc à entreprendre la recherche des périodes multiples par un procédé qui fût tout à fait exempt d'idées préconçues. Pour cela, il employa la partie la plus complète et la plus sûre des observations, celle qui s'étend de 1751 à l'époque actuelle. Elle comprend 120 années d'observations, résumées en 1440 moyennes mensuelles.

» Si l'on représentait graphiquement cette longue série de nombres qui résument un travail colossal, on aurait une courbe fortement ondulée dont les maxima se succèdent à des intervalles un peu inégaux, et varient notablement en grandeur d'une période à l'autre, de manière à accuser la superposition de plusieurs oscillations indépendantes, différant entre elles de durée et d'amplitude.

» Supposons d'abord qu'il s'agisse d'une sinusoïde unique, indéfinie, altérée seulement par des causes accidentelles. Si l'on y mesurait, de mois en mois, les ordonnées dans l'intervalle supposé connu d'une période, puis les ordonnées suivantes dans le même intervalle d'une période complète, et ainsi de suite, on formerait des suites de nombres qui sereproduiraient de période en période, sauf les écarts accidentels du phénomène ou de l'observation. Pour éliminer ces écarts, il suffirait de prendre la moyenne des nombres correspondants dans chaque série. La série résultante serait beaucoup plus exacte que les séries particulières et repré-

senterait bien mieux la marche du phénomène. Dès lors la somme de la plus grande ordonnée positive et de la plus grande ordonnée négative prise en valeur absolue donnerait l'excursion totale accomplie pendant une période.

» Mais, si l'on se trompe sur la période, les séries successives ne se ressembleront plus tout à fait; elles discorderont progressivement, parce qu'elles empiéteront l'une sur l'autre; et si l'on prend encore la moyenne d'un grand nombre de séries successives ainsi délimitées, on aura une valeur plus petite que dans le cas précédent pour l'excursion totale, parce que les ordonnées négatives compenseront en partie les négatives, et cela d'autant mieux que le nombre des séries sera plus grand et que l'erreur commise sur la période sera plus notable.

» Nous ignorons la nature géographique de la courbe des taches; mais il suffit qu'il y ait une ou plusieurs périodes fixes pour que le procédé précédent soit applicable à leur recherche. Même en opérant sur un nombre modéré de séries, chaque vraie période se manifestera toujours en donnant un maximum pour l'excursion totale.

» L'auteur a eu la patience d'essayer ainsi, sur ses 1440 moyennes mensuelles, toutes les périodes, de 2 mois en 2 mois, depuis 9 ans 6 mois jusqu'à 12 ans 6 mois. Il a formé ainsi 19 séries moyennes répondant à ces 19 hypothèses. Je prends comme exemple celle qui répond à une période de 10 ans. Voici les ordonnées moyennes (on a retranché de chaque nombre la moyenne générale des 1440 nombres mensuels) :

Première année.....	+ 4,4
Deuxième »	− 6,2
Troisième »	− 16,4
Quatrième »	− 21,3
Cinquième »	− 20,7
Sixième »	− 9,9
Septième »	+ 7,4
Huitième »	+ 20,9
Neuvième »	+ 22,8
Dixième »	+ 19,0

» L'excursion totale est $21,3 + 22,8 = 44,1$.

» Si, au lieu de 10 ans juste, on prend 10 ans moins 2 mois ou 10 ans plus 2 mois, on ne trouve plus pour excursion totale que des nombres notablement inférieurs, 43,0 et 42,4; et l'on trouve aussi des excursions de

plus en plus faibles à mesure que l'on s'écarte davantage de la période de 10 ans.

» Toutefois, à partir de 10 ans 6 mois, ces nombres se relèvent progressivement et atteignent un second maximum vers 11 ans 4 mois, puis baissent ensuite indéfiniment. Il doit donc y avoir dans le phénomène une seconde partie dont la période sera 11 ans 4 mois, et c'est justement celle que l'auteur avait fixée lui-même autrefois.

» Cette marche n'est pas tout à fait celle de M. R. Wolf. Au lieu de comparer les excursions totales, il a calculé l'écart moyen relatif à chaque période, c'est-à-dire la racine carrée de la moyenne des carrés des écarts cidessus. En voici le calcul pour la suite précédente :

	Écarts.	Carrés.
Première année...............	+ 4,4	19,36
Deuxième »	− 6,2	38,44
Troisième »	−16,4	268,96
Quatrième »	−21,3	453,69
Cinquième »	−20,7	428,49
Sixième »	− 9,9	98,01
Septième »	+ 7,4	54,76
Huitième »	+20,9	436,81
Neuvième »	+22,8	519,84
Dixième »	+19,0	361,00
Somme des carrés.......		2679,36
Moyenne..............		267,936
Racine carrée..........		±16,37

» Voici d'ailleurs le Tableau des résultats obtenus par M. R. Wolf, auxquels je me suis permis de joindre les nombres qui représentent l'excursion totale pour chaque période essayée :

Périodes essayées. (ans mois)	Écart moyen.	Excursion totale.	
9. 6.......	± 9,2	29,5	
8.......	13,3	37,8	période conclue, 9 ans 11 mois.
10.......	15,9	43,0	
10. 0.......	16,4*	44,1	
2.......	14,4	42,4	
4.......	10,0	30,5	
6.......	5,6	16,7	
8.......	7,1	22,7	
10.......	11,7	34,2	

Périodes essayées. ans mois	Écart moyen.	Excursion totale.	
11. 0.......	15,0	46,3	
2.......	17,6	50,8	
4.......	18,2*	52,0	période conclue, 11 ans 3 mois.
6.......	17,4	46,6	
8.......	16,6	47,9	
10.......	14,7	44,8	
12. 0.......	12,6	36,6	
2.......	10,5	29,3	
4.......	9,0	25,5	
6.......	7,4	20,1	

» De la colonne des écarts moyens, dont la marche régulière est si frappante, l'auteur tire les conclusions suivantes :

» 1° Il y a une période de 10 ans;

» 2° Il existe une seconde période de 11 ans 4 mois;

» 3° Il n'y a pas de période de 12 ans, imputable à l'action de Jupiter.

» La dernière colonne conduirait aux mêmes conclusions.

» J'ajouterai que les nombres du Tableau n° II du Mémoire que je viens d'analyser montrent que, malgré la grande différence des deux périodes, l'intervalle d'un minimum au maximum suivant est le même pour les deux, à savoir 4 ½ ans. C'est là un trait caractéristique du phénomène. De plus, comme 17 périodes de 10 ans valent 15 périodes de 11 ans 4 mois, le phénomène complet comprend 170 ans, au bout desquels les maxima et les minima se reproduiront dans le même ordre et avec les mêmes valeurs numériques. Quant à la période très longue, à demi séculaire, dont M. R. Wolf a cru autrefois trouver des traces, j'espère que ces traces s'évanouiront lorsqu'il reprendra l'examen de ses nombres, depuis 1610, en y introduisant les deux périodes qu'il vient de trouver.

» A cela il faut joindre, pour avoir une idée complète du phénomène, cette autre périodicité si remarquable, non plus dans les nombres, mais dans la distribution géographique des taches, soupçonnée par M. Carrington, mise en pleine lumière par M. Spœrer, qui consiste en ceci : lorsque, après un minimum, les taches commencent à reparaître sur le disque du Soleil, elles débutent brusquement par les hautes latitudes, puis se restreignent progressivement vers les zones voisines de l'équateur jusqu'à l'époque du minimum suivant.

» Voilà certes un ensemble de faits bien étonnants et bien difficiles à

expliquer. Si l'on adopte la théorie que j'ai donnée ([1]) de la production des courants horizontaux de la photosphère, courants parallèles à l'équateur et au sein desquels se produisent des gyrations descendantes (les pores et les taches), on est conduit à penser que la couche profonde interne, à laquelle aboutissent les mouvements verticaux descendants et d'où partent les mouvements verticaux ascendants qui alimentent la photosphère, n'est pas absolument fixe. Lorsque le refroidissement y atteint une certaine limite, l'équilibre, par rapport aux couches encore plus profondes, y devient instable et finit par se rompre. Ce n'est qu'après un remaniement intérieur plus ou moins long, ayant pour effet de propager ce refroidissement jusqu'au centre, que les choses se rétablissent dans le premier état. Alors le phénomène régulier reprend son cours sur de nouveaux frais.

» L'existence d'une seconde période semble indiquer que les matériaux qui montent alimenter la photosphère, et qui retombent ensuite vers le centre du Soleil dans un autre état physique ou chimique, sont de plusieurs espèces, de deux principales par exemple, auxquelles répondraient des étages différents pour leur dissociation.

» Quoi qu'il en soit de ces aperçus, on reconnaîtra que le dernier travail de M. le Directeur de l'Observatoire de Zurich vient de faire faire un pas décisif à l'étude des taches du Soleil, étude qui devait déjà à ce savant tant d'importants résultats. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Une statistique au sujet de la vaccination préventive contre le charbon, portant sur quatre-vingt-cinq mille animaux;* par M. **L. Pasteur.**

« Le département d'Eure-et-Loir est celui où l'affection charbonneuse ou *sang de rate* exerce le plus de ravages. Aussi ce département fut-il des plus empressés à se rendre compte des effets de la vaccination préventive contre le charbon. A peine le succès des expériences de Pouilly-le-Fort, dans Seine-et-Marne, avait-il été constaté, que des épreuves du même ordre étaient effectuées, avec la coopération de M. Roux, aux portes de Chartres, à la ferme de Lambert. Préfet, membres du Conseil général, médecins, vétérinaires, agriculteurs en suivirent les diverses phases avec le plus vif

([1]) On peut voir un exposé très succinct de cette théorie dans l'Ouvrage que M. Simon Newcomb a publié, il y a peu d'années en Amérique, sous le titre de *Popular Astronomy*. Cet excellent livre a été traduit en allemand.

intérêt. Le succès ne fut pas moindre qu'à Pouilly-le-Fort. Dès lors, la prophylaxie nouvelle se répandit dans un grand nombre de fermes de la Beauce. Près de 80000 moutons, 4000 à 5000 bœufs ou vaches, 500 chevaux ont été vaccinés dans Eure-et-Loir, en 1882, par les soins des vétérinaires du département.

» La Société vétérinaire et agricole de Chartres a mis un grand zèle à recueillir les résultats de cette première année relatifs à l'application de la nouvelle vaccination. Elle vient de les publier dans un Rapport intéressant, lu à la séance du 29 octobre dernier par l'un de ses membres, M. Ernest Boutet, vétérinaire à Chartres.

» Je demande à l'Académie la permission de placer sous ses yeux les conclusions de ce Rapport :

» Le résumé des vaccinations pratiquées dans le département d'Eure-et-Loir, dit M. Boutet, depuis les expériences de Pouilly-le-Fort et de Lambert, est très instructif.

» Le nombre des moutons vaccinés depuis un an s'élève à 79392; sur ces troupeaux, la moyenne de la perte annuelle depuis dix ans était de 7237, soit 9,01 pour 100. Depuis la vaccination, il n'est mort du charbon que 518 animaux, soit, 0,65 pour 100. Il faut faire observer que cette année, probablement à cause de la grande humidité, la mortalité ne s'est élevée en Eure-et-Loir qu'à 3 pour 100. Les pertes auraient donc dû être de 2382, au lieu de 518 après les vaccinations.

» Dans les troupeaux qui ont été vaccinés en partie, nous avons 2308 vaccinés et 1659 non vaccinés; la perte sur les premiers a été de 8, soit 0,4 pour 100; sur les seconds la mortalité s'est élevée à 60, ou 3,9 pour 100. Nous ferons remarquer que dans ces troupeaux, pris dans différents cantons du département, les moutons vaccinés et non vaccinés sont soumis aux mêmes conditions de sol, de logement, de nourriture, de température, et que, par conséquent, ils ont subi des influences totalement identiques.

» Les vétérinaires d'Eure-et-Loir ont vacciné dans l'espèce bovine 4562 animaux. Sur ce nombre on perdait annuellement 322 bêtes. Depuis la vaccination, il n'est mort que 11 vaches. La mortalité annuelle, qui était de 7,03 pour 100, devient 0,24 pour 100.

» Des engorgements généralement peu graves étant survenus après la vaccination du cheval, et la mortalité du charbon, sur cette espèce, étant peu élevée, les vétérinaires n'ont pas cru prudent de faire cette vaccination sur une grande échelle. Il n'y eut que 524 chevaux vaccinés, dont 3 moururent entre les deux vaccinations.

» Ces résultats nous paraissent convaincants : en présence de tels chiffres, il n'est plus permis de douter de l'efficacité de la vaccination charbonneuse.

» Si nos cultivateurs beaucerons veulent comprendre leurs intérêts, les affections charbonneuses ne seront bientôt plus qu'un souvenir, parce que le charbon, le sang de rate et la pustule maligne ne sont jamais spontanés, et qu'en empêchant par la vaccination la mortalité de leur bétail, ils détruiront toutes causes de propagation du charbon, et, par conséquent, feront disparaître de la Beauce en quelques années cette redoutable affection.

» E. BOUTET, *Rapporteur.* »

(Extrait de l'*Union agricole d'Eure-et-Loir*, numéro du 2 novembre 1882.)

» Comme on le voit, cette statistique au sujet des vaccinations dans l'un de nos départements les plus éprouvés, portant sur plus de 85000 animaux, est très satisfaisante. Notons bien, d'ailleurs, que cette statistique a été faite à la fin du mois d'octobre dernier, c'est-à-dire après les mois où sévit le plus le charbon spontané, ce qui permet de juger également la question de la durée de l'immunité à la suite de la vaccination.

» L'un des passages du Rapport de M. Boutet mérite une attention particulière. L'année qui se termine n'a pas été propice au développement de la fièvre charbonneuse. C'est un fait d'observation que les années humides sont moins meurtrières que les années chaudes et sèches. On pourrait donc penser que la moindre mortalité sur les troupeaux vaccinés peut tenir à cette circonstance. Outre que le résumé du Rapport de la Société vétérinaire de Chartres va au-devant de cette objection, il faut observer que des propriétaires intelligents, afin de mieux juger des effets de la vaccination, ont eu la précaution, ainsi que nous l'apprend le Rapport de M. Boutet, de faire vacciner partiellement leurs animaux. Or, dans ces troupeaux vaccinés en partie, on compte 2308 moutons vaccinés et 1659 non vaccinés, tous ces moutons ayant subi les mêmes conditions d'alimentation et d'actions atmosphériques, toujours mêlés les uns aux autres, à la bergerie comme au parcage. Eh bien! sur 2308 vaccinés, 8 moutons seulement sont morts, tandis que sur les 1659 non vaccinés, 60 sont morts, nombre qui aurait été porté à 83 s'il y avait eu 2308 non vaccinés, au lieu de 1659; 83 non vaccinés morts contre 8 vaccinés: c'est une mortalité plus de dix fois plus grande dans les non vaccinés que dans les vaccinés.

» Je dois ajouter, en terminant, que tout annonce que les vaccinations préventives seront plus efficaces encore dans l'avenir. N'oublions pas que nous sommes à la fin d'une première année d'application, que les vaccins nous sont déjà mieux connus, qu'on s'efforce de les améliorer tous les jours, et que les vétérinaires acquièrent une plus grande sûreté dans leur emploi.

» C'est à ce point que, dans ces six dernières semaines, on a vacciné 13000 moutons, 3500 bœufs, 20 chevaux, et qu'il n'y a pas eu, sur ce nombre total de 16520 animaux, un seul accident.

» Quant à l'efficacité de ces derniers vaccins, elle a été vérifiée dans le courant de novembre sur 12 moutons qui, éprouvés par M. Chamberland, après la vaccination, à l'aide du virus virulent, n'ont pas eu un seul cas de mort. Au contraire, aucun des moutons témoins n'a résisté. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Contribution à l'étude de la rage;* par M. PAUL BERT.

« A l'occasion de l'importante Communication faite, dans la dernière séance, par notre illustre confrère M. Pasteur, je crois devoir faire connaître à l'Académie les résultats de quelques expériences qui datent de 1878 et 1879. Ces expériences, n'ayant été indiquées qu'en quelques lignes dans les *Comptes rendus de la Société de Biologie* et dans l'*Exposé de mes Travaux scientifiques,* sont restées à peu près inconnues; elles me paraissent cependant mériter d'être rappelées, au moment où les recherches de M. Pasteur vont faire entrer dans une phase nouvelle l'histoire de la maladie rabique.

» 1° J'ai opéré, d'un chien en pleine rage furieuse à un chien sain, la transfusion réciproque de la totalité du sang. Le chien sain, gardé pendant près d'une année, n'a présenté aucun symptôme rabique. L'état général a été amélioré chez le chien enragé, qui paraît avoir gagné à l'opération 48^h de survie.

» 2° J'ai recherché dans lequel des éléments complexes qui forment la bave du chien enragé se trouve le virus rabique. Cette bave contient, en effet, les salives parotidienne, submaxillaire, sublinguale, le mucus buccal, du mucus broncho-pulmonaire.

» J'ai donc inoculé à des séries de chiens soit le mucus pris dans les bronches, soit le suc exprimé des diverses glandes salivaires de chiens assommés au plus fort de la rage.

» Or les liquides salivaires n'ont jamais communiqué la rage, tandis que celle-ci est survenue après l'inoculation du mucus provenant des voies respiratoires : c'est donc là qu'est le virus rabique. Et ceci explique en grande partie l'inégalité d'action des baves de chiens enragés.

» 3° J'ai remarqué que les salives des chiens enragés, si elles ne communiquent pas la rage, amènent très fréquemment la mort des animaux auxquels on les inocule, en produisant des accidents locaux graves, de vastes décollements cutanés. Ce sont même ces accidents qui m'ont empêché de poursuivre mes expériences.

» Sur quinze inoculations, disais-je en 1878, il y a eu sept suppurations
» ayant quatre fois entraîné la mort. Il semble donc que, chez les ani-
» maux rabiques, les tissus aient des propriétés septiques, indépendamment
» de la rage. »

» L'Académie sait comment l'explication de cette action de la salive a

été donnée par la découverte, due à M. Pasteur, du microbe salivaire, très abondant dans la salive rabique.

» 4° La bave de chien enragé, filtrée sur le plâtre, s'est montrée inoffensive, tandis que la partie restée sur le filtre a donné la rage. Il était donc très vraisemblable que celle-ci est due à un microbe.

» 5° La salive buccale du chien enragé transforme l'amidon en glycose, comme celle du chien sain.

» L'exécution de ces expériences m'a été rendue possible grâce à l'empressement de M. Bourrel, vétérinaire bien connu par ses intéressants travaux sur l'émoussement des dents, considéré comme mesure préventive de l'inoculation rabique. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions de sept lettres* (¹).
Note de M. F. **Brioschi.**

« 6. Les huit fonctions de sept lettres, que nous avons désignées dans notre première Communication par

$$\eta_\infty,\ \eta_0,\ \eta_1,\ \ldots,\ \eta_6,$$

jouissent, comme il est connu, de cette propriété que, en opérant sur elles avec les substitutions

$$(10)\qquad ar,\ \alpha\mathrm{D}(r)+\beta,$$

a résidu quadratique, α non résidu quadratique de 7 et $\mathrm{D}(r)=r^5+2r^2$ se permutent, et, par conséquent, une fonction symétrique quelconque de ces huit fonctions est invariable pour les substitutions précédentes.

» Je vais démontrer que cette même propriété a lieu pour cinq autres séries, chacune composée de huit fonctions de sept lettres. Soient

$$\mathrm{D}(r)=r^5+2r^2,\quad \mathrm{L}(r)=r^4+3r,$$
$$\mathrm{E}(r)=r^5-2r^2,\quad \mathrm{M}(r)=r^4-3r,$$
$$\mathrm{F}_a(r)=r^5+ar^3+3a^2r\quad (a \text{ quelconque}),$$
$$\mathrm{G}_a(r)=r^5+ar^3+r^2+3a^2r,\quad \mathrm{H}_a(r)=r^5+ar^3-r^2+3a^2r\quad (a, \mathrm{NR}_7),$$

et, en indiquant par $[\mathrm{L}(r)]$ la fonction de sept lettres qu'on forme au moyen des substitutions $\mathrm{L}(r)$, $2\mathrm{L}(r)$, $4\mathrm{L}(r)$ de la même manière que η_∞

(¹) *Comptes rendus*, séances du 16 octobre et du 6 novembre.

est formé avec les substitutions (r), $(2r)$, $(4r)$, je pose

$$\varphi_\infty = \sum_0^6{}_t [\mathrm{L}(r) + t],$$

et j'observe que, en opérant sur la fonction $[\mathrm{L}(r) + t]$ avec la substitution $6\mathrm{D}(r)$, on obtient les fonctions

$$[6\mathrm{E}(r)] \quad \text{pour } t = 0, \qquad \begin{matrix} [2\mathrm{F}_{6t^2}(r) + 3t^2] & \text{pour } t\mathrm{R}_7, \\ [3\mathrm{H}_{6t^2}(r) + 6t^2] & \text{pour } t\mathrm{NR}_7. \end{matrix}$$

Soit

$$\varphi_s = [6\mathrm{E}(r) + s] + \Sigma_t[2\mathrm{F}_{6t^2}(r) + 3t^2 + s] + \Sigma_t[3\mathrm{H}_{6t^2}(r) + 6t^2 + s];$$

les huit fonctions de sept lettres

$$\varphi_\infty, \ \varphi_0, \ \varphi_1, \ \ldots, \ \varphi_6$$

jouissent de la propriété indiquée, c'est-à-dire qu'elles ne font que se permuter pour les substitutions (10).

» De même, si l'on pose

$$\gamma_\infty = \sum_0^6{}_t [\mathrm{M}(r) + t]$$

et

$$\gamma_s = [\mathrm{D}(r) + s] + \Sigma_t[5\mathrm{F}_{6t^2}(r) + 3t^2 + s] + \Sigma_t[4\mathrm{G}_{6t^2}(s) + 6t^2 + s],$$

on obtient les huit fonctions

$$\gamma_\infty, \ \gamma_0, \ \gamma_1, \ \ldots, \ \gamma_6,$$

pour lesquelles la propriété se vérifie, et enfin les substitutions $(6r)$, $6\mathrm{L}(r)$, $6\mathrm{M}(r)$ conduisent aux trois autres séries de huit fonctions.

» Les six séries indiquées comprennent toutes les 720 substitutions d'une fonction de sept lettres. On a ainsi le théorème suivant :

» *Étant donnée une fonction de sept lettres, on peut former avec elle six séries de huit fonctions, et seulement six, pour chacune desquelles les fonctions symétriques des huit fonctions correspondantes sont invariables pour les substitutions de la forme* (10).

» **7.** Les huit fonctions spéciales η, que nous avons considérées au n° 2, sont les suivantes :

$$\eta_\infty = 7^3 e, \quad \eta_s = 7^3 e_s,$$

étant $e = gh + hf + fg$, $e_s = g_s h_s + h_s f_s + f_s g_s$. Or, pour la fonction $[L(r)]$, les quantités L, M, N; P, Q, R qui correspondent aux $l, m, n; p, q, r$ de la fonction (r), sont liées à ces dernières par les relations

$$L = \frac{1}{\sqrt{-7}}[\omega(m+n) + l + r - q],$$
$$P = \frac{1}{\sqrt{-7}}[(\omega+1)(r+q) - p + n - m],$$

et les analogues; en conséquence, les mêmes quantités relatives à la fonction $[L(r)+t]$ s'obtiendront en posant $\rho^t l$, $\rho^{4t} m$, $\rho^{2t} n$; $\rho^{6t} p$, $\rho^{3t} q$, $\rho^{5t} r$ au lieu de $l, m, n; p, q, r$. De ces relations on déduit, pour les valeurs de φ_∞, $\varphi_0, \ldots,$

$$\varphi_\infty = 7^2(7e - P), \quad \varphi_s = 7^2(7e_s - P_s),$$

étant

$$P = \omega a - (\omega+1)b - 2(\omega+3)c + 2(\omega-2)d + 2e$$

et

$$a = m^3 n + n^3 l + l^3 m, \quad c = pmn^2 + qnl^2 + rlm^2,$$
$$b = q^3 r + r^3 p + p^3 q, \quad d = lqr^2 + mrp^2 + npq^2,$$

et a_s, b_s, c_s, d_s, P_s les mêmes expressions pour $l_s, m_s, n_s; p_s, q_s, r_s$.

» Or les fonctions P, P_s s'annulent si l'on adopte, pour $l, m, \ldots; l_s, m_s, \ldots$, les valeurs (4), (5) du n° 2 en supposant $u = v = w = 0$, et, dans ce cas, les valeurs des huit fonctions $\varphi_\infty, \varphi_0, \ldots, \varphi_6$ viennent à coïncider avec celles de $\eta_\infty, \eta_0, \ldots, \eta_6$.

» La même propriété a lieu pour $\gamma_\infty, \gamma_0, \ldots, \gamma_6$; en effet, leurs expressions s'obtiennent en permutant les L, M, N avec P, Q, R, et réciproquement; en conséquence, dans le cas considéré, les trois premières séries de huit fonctions se réduisent à la première.

» De même pour les autres, dont les valeurs s'obtiennent en changeant ω en $-(\omega+1)$ dans les valeurs (8) du n° 3 de $\eta_\infty, \eta_0, \ldots, \eta_6$. On a ainsi le second théorème :

» *Si les sept lettres $x_0, x_1, \ldots, x_6$ sont les racines de la réduite de l'équation modulaire du huitième degré, les trois séries de huit fonctions η, φ, γ n'en forment qu'une seule, et les huit fonctions de celles-ci sont racines d'une équation du huitième degré qui n'est qu'une transformée de l'équation modulaire. De même pour les trois autres séries en changeant ω en $-(\omega+1)$ dans la réduite et dans les valeurs des fonctions η.* »

HYDRAULIQUE. — *Expériences sur une nouvelle disposition de l'appareil automoteur élévatoire à tube oscillant.* Note de M. A. DE CALIGNY.

« J'ai présenté à l'Académie, en 1852 (*voir* t. XXXIV des *Comptes rendus*, p. 174) la description d'un appareil automoteur à élever de l'eau au moyen d'une chute motrice sans piston ni soupape, sur lequel j'avais déjà communiqué verbalement des expériences à la Société philomathique, le 2 novembre 1850. Diverses Notes sur ce système ont été publiées dans les *Comptes rendus*; mais je n'avais pas encore eu occasion de l'étudier sur une chute de 3^m pour élever de l'eau à des hauteurs de 5^m à 6^m au-dessus du niveau d'amont.

» Il eût été difficile, surtout pour un appareil rustique, de rendre le tube vertical en entier mobile ; mais une vanne cylindrique ou une soupape de Cornwall n'aurait pu être exécutée convenablement par les ouvriers dont je pouvais disposer. J'ai donc réuni le sommet d'un tube mobile à une partie supérieure fixe au moyen d'un manchon en cuir. J'avais déjà employé une disposition analogue pour un de mes moteurs hydrauliques à piston alternativement aspiré. Le manchon en cuir, au lieu d'être posé, comme pour ce dernier, à l'extérieur d'un corps de pompe, est attaché à l'intérieur du tuyau fixe, mais à une hauteur assez grande pour que la partie mobile, au sommet de laquelle son autre extrémité est attachée, puisse se soulever sans qu'il en résulte aucune flexion brusque. Quand le tuyau fixe est rempli d'eau, le cuir est appliqué contre ses parois, de sorte qu'il a pu, quoique étant assez faible, être employé sous de grandes pressions. C'était seulement sur l'espace très petit, réservé nécessairement pour le jeu, entre la partie fixe et la partie mobile, qu'il avait à supporter de la pression sans être soutenu de cette manière.

» On voit que cette disposition est très différente de celle qui a été employée dans la pompe dite *des prêtres* et dans des machines analogues. Le cuir ne pouvant se replier qu'à l'intérieur n'est pas, comme on pourrait le penser au premier aperçu, une cause sérieuse d'étranglement, parce que l'oscillation en retour a fait descendre le liquide à l'époque dont il s'agit.

» L'appareil a marché très régulièrement dans ces conditions. L'expérience ayant déjà montré, il est vrai pour des levées moindres, qu'un manchon semblable a résisté très longtemps sans détérioration pour l'appareil précité, où il se pliait et se dépliait alternativement d'une manière analogue,

quoique pour une disposition en quelque sorte inverse, il ne paraît pas indispensable qu'un long usage confirme la durée de celui-ci, les diamètres employés dans les deux cas n'étant pas très différents. Il était essentiel, pour ce genre d'appareils et pour des machines soufflantes ou à compression d'air de mon invention, de signaler un moyen aussi simple de faire fonctionner un manchon en cuir.

» On conçoit en effet que, pour des mouvements rapides occasionnés alternativement par d'assez grandes forces de succion, on aurait pu craindre que le cuir ne se coupât très vite s'il s'était plié et déplié entre des surfaces cylindriques, où il aurait été d'ailleurs obligé d'avoir la force nécessaire pour résister à de grandes pressions. Je dois même avertir que pour un autre appareil j'ai essayé l'emploi d'un cuir se développant plus rapidement, il est vrai, entre des surfaces cylindriques. Mais il s'était coupé en très peu de temps, de sorte que j'ai préféré les dispositions analogues à celle que je viens de décrire. Quant aux dimensions beaucoup plus grandes, je suis le premier à convenir qu'un assez long usage sera nécessaire pour en déterminer la durée.

» Il ne s'agit pas toujours d'obtenir un rendement considérable quand on veut faire des irrigations. Il est souvent bien plus essentiel de pouvoir construire une machine rustique d'un prix insignifiant.

» Il n'était pas nécessaire d'élever une grande quantité d'eau, et, n'en ayant pas d'ailleurs beaucoup à ma disposition, j'ai dû employer un tuyau de conduite de $0^m,20$ seulement de diamètre intérieur. Je voulais montrer, comme exemple d'application pour les besoins de l'agriculture, un appareil rustique pouvant marcher longtemps sur un très petit cours d'eau. La disposition des lieux ne permettait pas d'avoir un tuyau de conduite de plus de 18^m de long. Or, lorsqu'on veut élever l'eau à des hauteurs assez notables relativement à celle de la chute, il est utile, en général, quant au rendement de cet appareil, que le tuyau de conduite ait une assez grande longueur développée par rapport à cette chute et un diamètre considérable.

» Il est donc bien entendu qu'il ne s'agissait pas de faire des études sur le maximum de rendement. Le tuyau de conduite était en poterie; il était consolidé par un peu de maçonnerie dans un très mauvais terrain. Pour le siège on s'est servi d'une pierre dans laquelle on a creusé un tuyau coudé de même diamètre que la conduite précitée; le rayon intérieur de ce coude en quart de cercle était de $0^m,20$. Le tube mobile a d'abord été fait en planches de $0^m,03$ d'épaisseur, dont le sommet était arrondi à l'intérieur

afin que le cuir pût se plier au-dessus sans flexion brusque. On avait donné à ce tube une forme quadrangulaire, mais les angles avaient été remplis par des prismes triangulaires en bois. La partie fixe était disposée de manière à recevoir la partie mobile quand celle-ci se levait. Mais elle se raccordait avec un tube d'ascension de section intérieure carrée de $0^m,10$ de côté, par un bout de tuyau en forme de pyramide tronquée de $1^m,60$ de long.

» Ayant d'abord craint que les oscillations en retour ne descendissent point assez bas dans ces conditions, on n'avait pas donné au tube mobile un diamètre intérieur plus grand que celui de l'anneau inférieur garni d'une rondelle en cuir reposant alternativement sur le siège ; de sorte que la pression qui le tenait en temps utile appliqué sur ce siège s'exerçait seulement sur son sommet, à cause de l'épaisseur du bois, et un peu aussi sur l'origine du manchon en cuir. On a essayé deux longueurs de tube mobile de section constante, relativement à une étude qui fera l'objet d'une autre Note. Celle qui a marché le plus longtemps était d'environ $0^m,62$. L'autre avait même $0^m,40$ de plus. Il est vrai que, pour celle-ci, il y avait une différence très petite entre la section du tube et celle de son anneau inférieur, à cause d'un défaut dans deux des prismes triangulaires précités.

» Dans ces conditions, l'appareil a marché très régulièrement. Ayant d'ailleurs constaté que l'oscillation en retour descendait plus que cela n'était nécessaire, j'ai fait construire un autre tube mobile d'un diamètre plus grand que celui de son anneau inférieur, afin de ne pas laisser tomber inutilement au bief d'aval de l'eau qui pouvait encore rester dans ces tubes à l'époque de leur levée.

» Les expériences ont été interrompues par une grande inondation au moment de mon départ de la campagne. On a d'ailleurs constaté de nouveau, ce qui a été longtemps contesté, que les appareils de ce genre pouvaient marcher, les tubes mobiles étant entièrement au-dessus du niveau d'aval. Mais il vaut mieux que ce niveau s'élève à une certaine hauteur au-dessus du siège fixe; de sorte qu'on augmentait même sensiblement l'effet, en diminuant un peu la chute motrice dans ces conditions, par un barrage en aval. Le nouveau tube mobile précité, étant en tôle galvanisée, donnera lieu à beaucoup moins d'inertie et sera plus facile à bien ajuster avec son balancier.

» On trouvera des détails plus étendus sur les systèmes de ce genre dans un Ouvrage dont le premier Volume est imprimé, ainsi que les cinq cents

premières pages du second, et dont j'aurai prochainement l'honneur de faire hommage à l'Académie. »

M. **Faye**, en faisant hommage à l'Académie du second et dernier Volume du *Cours d'Astronomie* qu'il a l'honneur de professer à l'École Polytechnique, s'exprime ainsi :

« Le premier Volume contenait l'Astronomie sphérique, la théorie des instruments et celle des erreurs, la Géodésie et la Géographie mathématique. Le second, qui vient de paraître, comprend les théories du Soleil, des planètes, des comètes et de la Lune, et l'application de l'Astronomie à la Navigation et aux voyages d'exploration terrestre.

» L'Astronomie physique est représentée par les notions les plus essentielles sur la constitution du Soleil et des comètes : encore les questions n'ont-elles été traitées qu'à un point de vue exclusivement mécanique.

» Je me suis attaché, assez longuement, en me servant tour à tour de la synthèse et de l'analyse, à bien faire comprendre comment la Mécanique s'est substituée, au dix-septième siècle, à la Géométrie céleste des Anciens, et, quoique la Mécanique céleste ne fasse pas partie du programme, je n'ai pas perdu une seule occasion d'en signaler les grands résultats.

» Les commençants trouveront dans ce Volume les calculs numériques les plus intéressants, ainsi que les formules et les Tables nécessaires aux premières déterminations des orbites des astres nouveaux que l'on ne cesse de découvrir chaque année. Je recommande ces calculs aux étudiants, si nombreux aujourd'hui, de nos Facultés. Ils y trouveront une application facile de théories élevées et, parfois, l'occasion de se signaler par quelque découverte intéressante.

» En terminant, je demande à l'Académie la permission de remercier devant elle notre savant confrère M. Lœwy, qui a bien voulu former pour moi un nouveau et précieux Catalogue de toutes les comètes qui ont été calculées depuis l'an 371 av. J.-C. jusqu'à la fin de l'année 1882, ainsi que mon honorable éditeur, M. Gauthier-Villars, qui n'a rien épargné pour rendre ces deux Volumes dignes de figurer dans sa belle collection des Cours de l'École Polytechnique. »

Ouverture d'une souscription pour élever un monument à Darwin.

M. DE QUATREFAGES, au nom de la Section de Zoologie et en l'absence de M. Milne Edwards, s'exprime comme il suit :

« Un Comité, composé principalement de membres de la Société Royale, s'est formé en Angleterre et a ouvert une souscription dont le montant est destiné à élever un monument à Darwin. Ce Comité a demandé aux hommes de science du continent de lui venir en aide; il a écrit dans ce but à quelques membres de notre Académie, qui à leur tour ont constitué un Comité français, présidé par notre illustre doyen, M. Milne Edwards.

» C'est lui qui devait prendre la parole aujourd'hui; mais l'Académie sait que M. Edwards est encore retenu par la convalescence d'une grave maladie. C'est donc en son nom et au nom du Comité que j'ai l'honneur de demander à l'Académie de vouloir bien autoriser dans son sein l'ouverture d'une souscription pour le monument de Darwin.

» Il est presque inutile d'ajouter que, en répondant à l'appel des savants anglais, le Comité français entend rester absolument en dehors de toute appréciation des doctrines générales, scientifiques ou philosophiques, de l'illustre défunt. Ses hommages s'adressent uniquement à l'homme qui consacra sa vie entière au travail scientifique; qui aborda avec bonheur quelques-uns des problèmes les plus ardus que présente l'étude des êtres vivants; qui, par la direction toute spéciale de ses recherches et le succès qui souvent les couronna, a rendu à la Science positive des services éclatants. »

M. le SECRÉTAIRE PERPÉTUEL informe l'Académie que, en conséquence de la demande qui lui est soumise, les souscriptions seront reçues au Secrétariat de l'Institut.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur le maïs à différentes époques de sa végétation;* par M. H. Leplay.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

De l'existence du développement et de la formation des tissus dans les différentes parties du maïs à diverses époques de sa végétation.

« Il résulte de cette étude les faits suivants :

» Les tissus existent en plus grande quantité dans les feuilles que dans les tiges, à toutes les époques de la végétation du maïs.

» De la première à la seconde époque, c'est-à-dire du 1er juillet au 1er août, les tissus vont en augmentant dans toutes les parties du maïs; mais en plus grande quantité dans les tiges que dans les feuilles. Il n'en est plus de même de la seconde à la troisième époque où le poids des tissus va également en augmentant dans toutes les parties, excepté dans la tige.

» Les tissus du maïs admettant la chaux comme partie intégrante de leur constitution et cette base n'ayant pu pénétrer dans la plante par les radicules qu'à l'état de bicarbonate de chaux, il faut admettre que l'acide carbonique du sol qui entre dans la composition du bicarbonate de chaux a dû fournir au moins une partie du carbone nécessaire à la formation des tissus dans les différentes parties du maïs en végétation.

Cette conclusion, qui ressort de l'étude des tissus ligneux répandus dans les différentes parties du maïs, est exactement la même que celle qui ressort des mêmes études faites sur la betterave, mais avec cette différence que les tissus ligneux se trouvent en bien plus grande quantité dans le maïs que dans la betterave.

» Le sol est un vaste réservoir d'acide carbonique : ainsi, tandis que 1^{mc} d'air atmosphérique en contient environ 400^{cc}, d'après les expériences de M. Boussingault, l'air confiné dans la terre arable n'ayant pas reçu d'engrais en contiendrait 9000^{cc} et ayant reçu une fumure ordinaire en contiendrait 98000^{cc}; mais la quantité de cet acide carbonique qui peut être fournie à la plante par les radicules est limitée à la quantité d'eau absorbée par la plante pendant sa végétation.

» L'examen de la quantité d'acide carbonique du sol qui a pu pé-

nétrer par les radicules pendant les quatre mois de la végétation active du maïs, soit mai, juin, juillet et août, a établi que cette quantité était à peine le tiers de la quantité d'acide carbonique nécessaire à la formation des tissus et qu'il était indispensable que l'acide carbonique de l'atmosphère absorbé par les feuilles en vînt fournir le complément.

» Les faits observés aux différentes époques de la végétation du maïs ont établi que le complément du carbone nécessaire à la formation des tissus était fourni par le sucre. En effet, dès la première époque de la végétation du maïs, alors que les feuilles sont à peu près complètement développées et en pleine végétation, le sucre, à peine formé dans les feuilles par l'absorption et la décomposition de l'acide carbonique de l'atmosphère, se répand dans toutes les parties du maïs et s'y transforme en tissus : de là, le minimum de sucre dans la tige. Dans la seconde période de végétation au contraire, alors que les tissus sont en grande partie développés, le sucre s'accumule dans la tige pour donner naissance, dans la troisième période de végétation, à l'amidon dans la graine.

» Le sucre formé dans les feuilles a donc la double fonction de donner naissance aux tissus dans les différentes parties du maïs, et à l'amidon dans les graines.

» L'examen de la quantité de matière sèche dans son ensemble et de la partie de la matière sèche soluble dans l'eau vient donner une nouvelle confirmation de cette double fonction du sucre dans la végétation du maïs.

» Le carbone contenu dans les tissus des différentes parties du maïs a donc deux origines : 1° le bicarbonate de chaux absorbé par les radicules, qui contribue à former la partie des tissus désignée sous le nom de *matière incrustante*; 2° le sucre résultant de la transformation organique de l'acide carbonique de l'atmosphère absorbé par les feuilles, qui contribue à former, dans les tissus, la partie désignée sous le nom de *cellulose*.

» Ce fait de la transformation du sucre en cellulose, qui n'avait pu être aperçu dans l'étude de la formation des tissus dans la betterave, se trouve mis complètement en évidence par l'étude chimique de la végétation du maïs et trouve sa confirmation dans la production de la cellulose dans le laboratoire, étudiée par M. Durin sous le nom de *fermentation cellulosique* (1).

» M. Durin a réalisé cette remarquable transformation en mettant en présence du sucre cristallisable (saccharose) en dissolution dans l'eau, une

(1) Durin, *Comptes rendus*, t. LXXXIII, p. 128 et 255; année 1876.

matière azotée et du carbonate de chaux ; or ces principes se rencontrent également dans le maïs.

» L'analogie entre la réaction chimique produite dans le laboratoire et dans la végétation peut être même poussée plus loin.

» Dans le laboratoire, M. Durin explique la transformation du sucre cristallisable (saccharose) par la formule et l'équation suivantes :

$$2(C^{12}H^{11}O^{11}) = C^{12}H^{10}O^{10} + C^{12}H^{12}O^{12}.$$

» Les faits observés dans la végétation du maïs sont en parfait accord avec cette réaction ; dans la première période de la végétation du maïs jusqu'au 1er juillet, époque où se forment le plus abondamment les tissus, les sucres réducteurs dominent dans toutes les parties de la plante, tandis que c'est le sucre cristallisable dans la troisième période où l'amidon se forme dans la graine.

» La cellulose contenue dans les tissus serait donc formée par le sucre cristallisable donnant pour résidu du lévulose (sucre réducteur), et le lévulose serait utilisé à la formation de l'amidon, laissant comme résidu le sucre cristallisable non utilisé.

» Ces différentes transformations chimiques peuvent être représentées par les formules et les équations suivantes :

$$\underbrace{2(C^{12}H^{11}O^{11})}_{\text{Saccharose.}} = \underbrace{C^{12}H^{10}O^{10}}_{\text{Cellulose.}} + \underbrace{C^{12}H^{12}O^{12}}_{\text{Lévulose.}}.$$

$$\underbrace{C^{12}H^{12}O^{12}}_{\text{Lévulose.}} = \underbrace{C^{12}H^{9}O^{9}}_{\text{Amidon.}} + \underbrace{3(HO)}_{\text{Eau.}}. \text{ »}$$

M. **Ladureau**, directeur de la Station agronomique du Nord, à Lille, adresse un Mémoire dans lequel il établit la présence constante, dans l'atmosphère de la ville de Lille, d'une certaine quantité d'acide sulfureux libre et combiné. Il a constaté en moyenne 1cc,80 par mètre cube d'air analysé. L'analyse des eaux pluviales recueillies à Lille confirme également ce fait.

Dans son Mémoire, l'auteur énumère les causes de cette particularité et fait ressortir les avantages et les inconvénients de cet état de choses.

M. G. **Cabanellas** adresse une Note « sur l'avenir du principe de l'induction unipolaire ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **Fuhrmann** adresse, de Berlin, une Note relative au développement des bactéries, dans des conditions particulières.

(Renvoi à l'examen de M. Pasteur.)

M. E. **Fuchs** soumet au jugement de l'Académie un travail statistique sur les prix de ventes, dans diverses industries.

(Renvoi au Concours de Statistique.)

M. **Cayrol-Castagnat** adresse un Mémoire sur l'aviation.

(Renvoi au Concours Penaud.)

Un **Anonyme** adresse un Mémoire sur l'aviation, avec la devise « France »

(Renvoi au Concours Penaud).

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Mémoire de M. *E. Allard* « sur la portée des sons et sur les caractères à attribuer aux signaux sonores » ;

2° Un Mémoire de M. *Ch. Baltet,* portant pour titre « De l'action du froid sur les végétaux, pendant l'hiver 1879-1880 ».

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Ouvrage de M. *A. Favaro*, portant pour titre « Galileo Galilei e lo studio di Padova ».

Dans cet Ouvrage, M. Favaro, Professeur de Mathématiques à l'Université royale de Padoue, s'est proposé d'étudier la période la plus importante de la vie de Galilée, c'est-à-dire celle qui comprend les dix-huit années pendant lesquelles il occupa la chaire de Mathématiques à l'Université de Padoue. Il a exposé également tout ce que le séjour de Galilée à Padoue présente de plus remarquable, sous les rapports scientifiques, didactiques et moraux.

L'Ouvrage est divisé en vingt Chapitres. Les quatorze premiers, qui

orment le premier Volume, contiennent le récit de la vie didactique et scientifique de Galilée, jusqu'à son départ de Padoue; ils donnent une histoire développée de cette Université célèbre et des études et découvertes mathématiques, physiques et astronomiques.

Le second Volume contient les six autres Chapitres, qui présentent des détails spéciaux sur la vie de Galilée et sur ses relations avec ses confrères et avec les savants, les citoyens et la République de Venise. A la suite, se trouvent cent cinquante documents inédits, dont la plupart donnent de nouveaux renseignements sur la vie et les Ouvrages de Galilée, ou servent à rectifier les inexactitudes qui avaient fini par trouver du crédit auprès des érudits. L'Ouvrage se termine par un appendice sur une nouvelle édition des Œuvres de Galilée, que M. Favaro se propose de publier, et dont il donne le plan.

L'auteur exprime, dans la Préface, toute sa reconnaissance pour le prince Boncompagni, qui a bien voulu mettre à sa disposition les documents de sa riche collection, concernant Glailée.

M. le **Secrétaire perpétuel** donne lecture d'une Lettre de M. le Ministre de l'Instruction publique :

« L'Académie des Sciences n'ignore pas que mon Département a entrepris la publication des OEuvres de Fermat. Sur l'avis de la Commission que j'ai nommée à cet effet, j'ai envoyé MM. Lucas et Henry en Italie, pour y recueillir tous les documents, lettres et Mémoires que les relations de Fermat avec les savants italiens de son temps ont pu disperser dans les Bibliothèques publiques et privées de ce pays.

» Les recherches de nos deux chargés de mission ont déjà donné d'heureux résultats. L'un des plus précieux est celui que nous devons à l'aimable obligeance et au zèle pour la Science de M. le prince Boncompagni, qui a bien voulu communiquer à MM. Lucas et Henry deux volumes de manuscrits contenant trente lettres inédites. »

M. le Secrétaire perpétuel annonce qu'une Lettre sera adressée à M. le prince Boncompagni, pour lui exprimer toute la reconnaissance de l'Académie.

La Commission chargée de la publication des OEuvres de Fermat, et l'Académie elle-même, saisissent cette occasion pour prier instamment les personnes qui auraient en leur possession des documents relatifs à Fermat de vouloir bien en informer l'Académie.

Tous les amis de la Science tiendront à honneur de contribuer à rendre

cette publication digne du génie si modeste et si grand auquel la France veut rendre un solennel hommage.

M. le **Secrétaire perpétuel** communique à l'Académie les dépêches suivantes, qui lui sont parvenues depuis la dernière séance, au sujet du passage de Vénus :

« Buenos-Ayres, 16 décembre 1882.

» Succès complet; quatre contacts, 462 photographies. Hatt. »

« Santiago (Chili), 7 décembre 1882.

» Temps magnifique, observations complètes. De Bernardières. »

« Santiago de Cuba, 10 décembre 1882.

» Trois contacts observés, nombreuses photographies. d'Abbadie. »

ASTRONOMIE. — *Observations faites pendant le passage de Vénus, à l'Observatoire d'Alger.* Note de M. **Ch. Trépied**, présentée par M. Mouchez.

« La station d'Alger n'a pas été favorisée par le temps. Dès la veille du passage, la situation atmosphérique troublée nous donnait, pour les observations du lendemain, des craintes qui n'étaient que trop fondées. Ainsi que je l'ai fait connaître dans la dépêche adressée le soir même du 6 décembre à M. l'amiral Mouchez, les nuages nous cachaient le Soleil aux moments des deux contacts d'entrée, les seuls visibles à Alger, et les observations qui ont pu être faites, à travers de courtes éclaircies et dans une lumière parfois très affaiblie, se réduisent à l'examen optique du spectre solaire sur les bords de Vénus dans la région qui s'étend de A à E, et à quelques photographies obtenues dans le vert, le bleu et le violet.

» Les dispositions avaient été prises à l'Observatoire d'Alger pour étudier le phénomène du ligament noir au moment du contact interne. M. Garbe, professeur de Physique à l'École des Sciences d'Alger, devait observer avec une lunette de $0^m,08$ d'ouverture; j'avais diaphragmé à $0^m,16$ le télescope Foucault de $0^m,50$, et mon aide, M. Rambaud, s'était préparé à observer par projection à la lunette horizontale de $0^m,25$ dont nous nous servons pour les photographies du spectre solaire. Nous nous proposions d'appliquer à l'observation du contact intérieur la méthode exposée par M. André dans son Mémoire sur la goutte noire et sur les moyens de l'éviter.

» Nous avons aperçu Vénus pour la première fois dans une éclaircie

de quelques secondes, mais le premier contact avait eu lieu déjà depuis une minute et demie environ. M. Garbe a noté $2^h 12^m 52^s$, M. Rambaud $2^h 12^m 51^s$, et moi $2^h 12^m 56^s$, temps moyen d'Alger. L'éclaircie n'a même pas duré le temps nécessaire pour effectuer une mesure de la distance du bord de Vénus à celui du Soleil, et il ne s'est pas produit de nouvelle éclaircie avant $2^h 36^m$, c'est-à-dire cinq minutes environ après le contact intérieur.

» J'aurais pu faire, à ce moment, quelques mesures micrométriques, mais ces mesures n'offraient point un grand intérêt dans la station d'Alger, et les nuages qui arrivaient de l'ouest m'avertissaient que je n'avais point de temps à perdre pour commencer l'étude physique que je m'étais proposé de faire au spectroscope.

» L'appareil dont je me suis servi est le spectroscope Thollon, dont j'avais réduit la dispersion à celle de dix prismes. L'image solaire projetée sur la fente de l'instrument avait 58^{mm}; le diamètre de Vénus en était à peu près la trentième partie, et la fente avait 7^{mm} de hauteur. L'image de Vénus étant amenée sur la fente de manière à être bissectée par celle-ci, j'avais, dans le champ de vision du spectroscope, une bande noire longitudinale d'une hauteur égale au diamètre de Vénus, au-dessus et au-dessous de cette bande le spectre solaire. L'examen attentif des raies du spectre dans les groupes A, B, α, dans les régions comprises entre α, D, E, ne m'a rien montré qui pût être attribué à une absorption élective produite par une atmosphère de la planète. Toutes les lignes se prolongeaient parfaitement nettes, quelquefois très affaiblies, mais toujours de même intensité dans toute leur longueur jusqu'aux bords de Vénus. Même résultat négatif en plaçant l'image de la planète tangente à la fente.

» Les photographies prises dans le vert, le bleu et le violet, avec l'aide de M. Garbe et de M. Rambaud [1], ont été obtenues avec beaucoup de difficulté, non seulement à cause des interruptions occasionnées par les nuages, mais aussi parce que le vent qui soufflait presque perpendiculairement au plan du miroir imprimait à celui-ci des vibrations qui déplaçaient l'image sur la fente; il en résulte que les bords de la planète manquent de netteté dans les photographies. Ces photographies sont instructives néanmoins, car s'il y avait un renforcement ou un élargissement d'une raie sur le bord de la planète, la même cause qui produit le défaut de netteté des

(1) Ces photographies ont été obtenues avec des plaques préparées suivant la méthode du capitaine Abney.

lignes devrait tendre à exagérer cet effet, mais on ne remarque rien de semblable. Comme dans les groupes examinés optiquement, les lignes conservent la même intensité apparente dans toute leur longueur. Ainsi, ni les groupes qui renferment les raies d'absorption connues de l'atmosphère terrestre, ni les autres régions du spectre ne m'ont paru manifester l'action d'une couche absorbante qui existerait autour de Vénus. »

ASTRONOMIE. — *Sur le passage de Vénus du 6 décembre 1882, observé à Rome.* Note de M. E. **Millosevich**, transmise par M. Tacchini.

« Les deux premiers contacts ont été observés, par moi et par le directeur de l'Observatoire royal du Collège romain, aux temps suivants :

	Premier contact.	Deuxième contact.	
	h m s	h m s	
Tacchini (obs. spectroscopique)........	2.48.54,43	3. 9.34,79	t. m.
Millosevich (obs. ordinaire)...........	2.49.48,14	3.10.10,14	de Rome.

» Pour bien discuter les observations précédentes, il est nécessaire de connaître exactement les valeurs dA, dD, dR, dr, relatives aux éléments $(\alpha♀ - \alpha\odot)$, $(\delta♀ - \delta\odot)$, rayon ♀, rayon ♀; tandis qu'on peut négliger les erreurs très petites $d\varphi$, dl des coordonnées du lieu. Si nous admettons, avec M. Newcomb (*Astr. Nachr.*, 2455), $dA = +7'',4$, $dD = +3'',7$, il nous reste à faire simplement des hypothèses différentes sur les valeurs $R + r$ et $R - r$. La valeur de R, selon la constante du *Naut. Alm.* (961″,82) diminuée de 0″,62, conformément aux récentes discussions de passage du Soleil au méridien (Greenwich, Respighi, etc.), résulte pour l'époque des premiers contacts de 16′15″,84, tandis que, si l'on admet la constante de Le Verrier, déduite des *passages de Vénus* du dernier siècle, on a 16′13″,0. Ainsi, pour r, nous avons, avec Le Verrier, 31″,4; selon le Dr Hartwig, 33″,2. Les quatre hypothèses que nous pouvons donc combiner avec ces données nous conduisent aux résultats suivants :

Premier contact (spectroscope)....	+1″,29	−0″,31	−1″,55	−3″,35	dist. — somme
Premier contact (obs. ordinaire)...	−1,52	−3,32	−4,36	−6,16	des rayons.
Deuxième contact (spectroscope)...	+0,52	+0,32	−2,32	−0,52	dist. — diff.
Deuxième contact (obs. ordinaire)..	−1,25	+0,45	−4,09	−2,29	des rayons.

» Toute hypothèse de $R + r$ nous donne pour l'observation spectroscopique du premier contact des valeurs absolues plus petites que la méthode

ordinaire, et par conséquent la prééminence *absolue* de la méthode spectroscopique est manifeste. M. Tacchini, peu après avoir noté l'instant du contact du bord de la planète avec la base de la chromosphère, a constaté déjà la présence de la bande noire au spectroscope; il a donc observé le contact avec une grande précision, c'est-à-dire à 4^s ou 5^s près.

» On peut donc conclure que, si les corrections données par M. Newcomb sont exactes, la différence entre la distance des centres et la somme des rayons selon le calcul doit être à peu près ou moins d'une demi-seconde d'arc; et cela s'accorde avec la seconde hypothèse ($-$ 0",51). La *même* hypothèse s'accorde assez bien, pour le second contact, avec mon observation faite à la manière ordinaire ($+$ 0",45). *Toute autre discussion,* en dehors de celle-ci, n'est pas possible, à cause de la nature du problème, qui est ndéterminé; mais, de nos considérations, il me semble qu'on peut déduire dès à présent les conséquences suivantes :

» 1° La méthode spectroscopique est la seule qui puisse donner des résultats excellents pour le premier contact, *permettant même d'être contrôlés.*

» 2° Le deuxième contact vient d'être fixé par la méthode ordinaire avec la même exactitude que le premier avec le spectroscope.

» 3° Le rayon du Soleil le plus probable, déduit des passages de Vénus, semble être le rayon donné par Le Verrier (*Ann. de l'Obs. de Paris,* t. VI, Chap. XVI, p. 40), et pour Vénus celui donné par M. Hartwig, mais probablement diminué d'une quantité indéterminée très petite.

» 4° Une discussion plus parfaite pourra être accomplie, quand on connaîtra avec rigueur les quantités dA, dD, dR, dr, $d\pi$, ...

» 5° Il est à regretter que la méthode spectroscopique pour l'observation des passages et des éclipses ne se soit pas encore répandue autant qu'elle le mérite : il est bien probable que, si la méthode eût été convenablement introduite dans le programme des différentes missions, la Science en aurait obtenu un grand avantage dans les récentes observations du passage complet de Vénus. »

ASTRONOMIE. — *Sur la grande comète australe, observée à l'Observatoire impérial de Rio-de-Janeiro.* Note de M. L. CRULS, présentée par M. Faye. (Extrait.)

« ..... Le 15 octobre, j'ai constaté la présence, à l'intérieur de la tête de la comète, qui s'était considérablement allongée, de deux noyaux inté-

rieurs lumineux, offrant l'aspect de deux étoiles, l'une de 7e, l'autre de 8e grandeur.

» A l'aide du micromètre de position, j'ai mesuré la distance angulaire entre ces deux noyaux, ce qui m'a donné 6″,47. L'angle de position a été trouvé de 278°,3, compté du noyau le plus grand. La ligne fictive joignant ces deux noyaux déterminait fort sensiblement la direction de la queue.

» Dans une Note précédente, en décrivant l'aspect physique de la queue, j'ai parlé d'une partie plus lumineuse de 10° à 12° de longueur et d'un prolongement de 15° à 18° de longueur. Après la constatation de l'existence de deux noyaux intérieurs, je suis porté à croire que l'apparence de la queue était produite par deux queues, se projetant à peu près l'une sur l'autre, et dues aux deux noyaux centraux. »

PHYSIQUE. — *Sur la photométrie solaire.* Note de M. A. CROVA, présentée par M. Berthelot.

« La mesure des intensités relatives de deux lumières de teintes différentes peut être exactement obtenue, comme je l'ai montré [1], par la comparaison photométrique d'une même radiation simple, convenablement choisie dans les spectres des deux sources à comparer. Dans un travail fait avec M. Lagarde [2], nous avons mesuré les pouvoirs éclairants relatifs des radiations simples des spectres de la lumière solaire et de celle de l'étalon Carcel. Nous possédons ainsi les éléments nécessaires pour la mesure de l'intensité de la lumière solaire, par rapport à cet étalon.

» Les aires des deux courbes qui représentent les pouvoirs éclairants, en fonction des longueurs d'onde, sont entre elles dans le rapport des pouvoirs éclairants totaux; je les pèse, et j'en déduis le facteur par lequel il faut multiplier les ordonnées de la plus faible, pour rendre les aires égales; l'ordonnée d'intersection des deux courbes de même aire (soleil et lampe) fournit immédiatement la longueur d'onde dont la comparaison photométrique donne le rapport des pouvoirs éclairants totaux.

» Pour le soleil et la lampe, cette radiation a une longueur d'onde égale à 582 ; sa teinte est d'un vert jaunâtre.

» Pratiquement, on peut l'obtenir par un simple titrage de deux solutions.

---

(1) *Comptes rendus*, t. XCIII, p. 512.

(2) *Ibid.*, p. 959.

» 1° Une solution de perchlorure de fer absorbe principalement l'extrémité la plus réfrangible du spectre; l'épaisseur ou la concentration augmentant, on voit un écran noir recouvrir graduellement le spectre, en entrant par le violet; on peut l'arrêter à telle région du spectre que l'on choisit, en disposant de la concentration et de l'épaisseur.

» 2° Une solution de chlorure de nickel produit le même effet sur la partie la moins réfrangible du spectre.

» En mélangeant convenablement les deux solutions, on obtient, par un titrage convenable, une solution d'un vert jaunâtre foncé, qui, placée dans une cuve en glace sous une épaisseur de 7^{mm}, ne laisse passer que des radiations contenues dans une bande très étroite, comprise entre 532 et 625, avec un maximum bien net à 582. La lumière du jour et celle de la lampe, vues à travers ce milieu, sont rigoureusement de même teinte.

» Lorsqu'on reçoit dans un photomètre Foucault la lumière solaire, dont l'intensité est réduite dans un rapport exactement connu, et la lumière de l'étalon Carcel, ces deux lumières, de teintes bleuâtre et rougeâtre, impossibles à comparer à l'œil nu, apparaissent de teinte si rigoureusement identique, si l'on place devant l'œil la cuve qui contient la solution 582, que l'on peut, en faisant varier la distance de la lampe, obtenir l'égalité d'intensité au point de faire disparaître la ligne de séparation des deux plages lumineuses.

» J'ai mesuré l'intensité de la lumière solaire par cette méthode, en la réduisant dans un rapport connu, soit en me servant de la méthode primitive de Bouguer ([1]), soit en la diffusant par verre dépoli et calculant le coefficient de réduction. Les deux méthodes m'ont conduit aux mêmes résultats :

	Carcels.
31 octobre 1882, 10^h, ciel pur non voilé	56,070
3 novembre 1882, 10^h, ciel et soleil légèrement voilé..	34,490
8 décembre 1882, 10^h, ciel et soleil très légèrement voilé.	41,430

» Toutes corrections faites, l'intensité par un ciel pur paraît être très voisine de 60000 carcels. Voici la signification de ce nombre :

» La lumière de 60000 carcels, concentrée en un point, produirait sur un écran sphérique de 1^m de rayon, dont ce point serait le centre, un champ lumineux de même pouvoir éclairant que le champ de lumière solaire qui arrive à la surface de la terre dans les circonstances atmosphériques indiquées, après réflexion sur un miroir, reçu normalement sur un écran.

([1]) *Traité d'Optique* (*De la gradation de la lumière*), p. 86. Paris, 1760.

» La question, pour être résolue complètement, exige donc de longues séries de déterminations, à des heures et sous des conditions atmosphériques très variées. Néanmoins, j'ai jugé utile de faire connaître ce premier résultat, afin d'indiquer tout au moins l'ordre de la grandeur à mesurer. Bouguer avait trouvé 60 000 bougies, Wollaston a obtenu un nombre analogue. Je trouve un nombre environ dix fois plus fort.

» Cette grande différence peut tenir à plusieurs causes :

» 1° Nous ignorons ce que pouvait être la bougie que Bouguer a prise pour unité.

» 2° Au Croisic, où il a fait ses mesures, le ciel doit être plus vaporeux et plus voilé qu'à Montpellier.

» L'œil regardant successivement deux surfaces éclairées par deux lumières de teintes très inégales, comme cela avait lieu dans les expériences de Bouguer, la rétine reçoit des impressions de nature si différente, qu'il peut en résulter des contractions alternatives de la pupille, inégales dans les deux cas, et, par suite, de fausses mesures.

» L'intensité des lumières électriques les plus intenses se mesure très facilement par la même méthode. La radiation à comparer, et par suite le titrage des deux solutions, sont nécessairement un peu différents. »

PHYSIQUE. — *Réponse à* M. Ledieu, *au sujet des analogies entre les phénomènes hydrodynamiques et électriques*. Note de M. C. Decharme.

« M. Ledieu a répondu (¹) à mes objections (²). Je me borne, dans cette réponse, à quelques faits essentiels et à des considérations générales.

» Je ferai d'abord observer que mes imitations, par voie hydraulique, des phénomènes électriques, ne portent pas seulement sur des effets mécaniques d'attraction et de répulsion, principal point d'attaque de M. Ledieu; elles s'étendent aux effets physiques (lumineux, calorifiques et chimiques) de l'électricité statique et dynamique (³).

» Outre ces imitations, déjà si exactes, des manifestations diverses de l'électricité, il en est une, d'une autre nature, sur laquelle seule je dois insister:

(¹) *Comptes rendus*, 27 novembre 1882, p. 1026.
(²) *Ibid.*, 13 novembre 1882, p. 913, 914.
(³) *Ibid.*, 14 et 21 août 1882, p. 340 et 387.

c'est celle des anneaux électrochimiques de Nobili [1]. Ici le parallélisme des deux phénomènes est tel, qu'en suivant pour ainsi dire textuellement le Mémoire du savant italien, on trouve que mes anneaux hydrodynamiques imitent les anneaux électrochimiques dans tous leurs détails : modes de développement et de propagation en ondes, formes, dimensions, coloration même, en certains cas, tout est pareil. D'autre part, M. Guébhard est parvenu à établir expérimentalement et théoriquement [2] que ses figures équipotentielles, relatives à l'écoulement de l'électricité, sont exactement représentées par l'équation différentielle des courbes de niveau, donnée par Lamé,

$$\frac{d^2\varphi}{dx^2} + \frac{d^2\varphi}{dy^2} = 0.$$

» Comme, de mon côté, j'ai prouvé que les anneaux hydrodynamiques sont analogues à ceux de Nobili, et que M. Guébhard a constaté (sur mes photographies d'anneaux multipolaires) l'identité de forme des deux sortes de courbes, il résulte nécessairement, de cette double vérification, que les anneaux électrochimiques de Nobili peuvent être représentés par la formule générale

$$\Delta_2\varphi = 0,$$

qui, par suite, convient à la fois aux courbes équipotentielles d'écoulement hydraulique et électrique.

» N'y aurait-il que ce seul exemple, qu'il suffirait à prouver la réalité d'analogie entre les deux ordres de phénomènes en question, c'est-à-dire l'assimilation du flux électrique à un flux liquide.

» En somme, il me paraît impossible, scientifiquement et logiquement, que des analogies si frappantes, si nombreuses, portant sur tant de parties diverses de l'électricité, se soutenant dans les plus petits détails, confinant parfois l'identité, ne soient que de *trompeuses apparences*. J'estime toutefois que ces attractions, ces répulsions, ces vibrations énergiques que j'obtiens, ces fantômes hydrauliques si exactement analogues aux fantômes magnétiques, ces anneaux si nettement développés en ondes comme ceux de Nobili, etc., ont bien quelque chose d'aussi *réel* que les *points physiques* (sans dimensions) ou *centres de force* [3], que les *atomes*

---

[1] *Comptes rendus*, 13 mars 1882, p. 722.

[2] *Ibid.*, 13 février et 27 mars 1882; *l'Électricien*, 17 octobre et 14 novembre 1882; *Journal de Physique*, 2e série, I, 205; II, 477.

[3] *Comptes rendus*, 29 mai 1882, p. 1445.

doublés de forces, que *les transformations de l'énergie potentielle de la matière éthérée, associée à la matière pondérable, une énergie de transport ou de mouvement d'ensemble de l'éther,* et que cette distinction subtile entre la *matière* et la *substance;* choses abstraites sur lesquelles s'appuie la *conception* de M. Ledieu, et qui rappellent naturellement cette excellente règle de Newton : « La grande, la principale affaire qu'on doit se proposer en Phy-» sique, c'est de raisonner *sur des phénomènes,* sans le secours d'*hypothèses* » *imaginaires* [1]. »

» Enfin, si l'on veut bien remarquer que la méthode expérimentale a fait faire plus de progrès que les conceptions hypothétiques, on restera convaincu de la justesse de cette affirmation de Flourens, parlant de la méthode de Descartes : « Ce qui fait la force de l'esprit moderne, c'est » d'avoir vu que l'expérience est tout [2]. »

PHYSIOLOGIE. — *De la sensation du blanc et des couleurs complémentaires.* Note de M. A. **Rosenstiehl**.

« **1.** Une des plus grandes difficultés que l'on ait à vaincre, quand on étudie les lois de la vision des couleurs, c'est celle d'habituer l'esprit à distinguer les propriétés physiques de la lumière de ses propriétés physiologiques.

» Je rappelle que Newton lui-même a confondu ces deux ordres de faits si différents, quand il a invoqué l'expérience du disque tournant et celle du mélange des poudres colorées, pour apppuyer la démonstration qu'il avait faite de la composition de la lumière blanche. Dans ces deux expériences, ce ne sont pas des lumières colorées qu'il emploie pour faire la synthèse de la lumière blanche, mais des sensations colorées qui se confondent sur la rétine. Le mélange n'est pas fait en dehors de nous; si l'œil n'avait pas la propriété de conserver pendant un temps appréciable les impressions lumineuses qu'il reçoit, le disque ne paraîtrait pas blanc pendant qu'il est en rotation rapide. Si la vue d'objets colorés de petites dimensions, tels que le sont les poudres colorées dans cette expérience, n'était confuse à distance, ce mélange de matières diverses n'aurait pas paru blanc à distance.

» **2.** Il y a donc une distinction à faire, entre la lumière blanche et la

---

(1) *Traité d'Optique* (traduction Coste), t. II, p. 523.

(2) *Fontenelle,* par Flourens, p. 14.

sensation du blanc. On n'a pas, selon moi, assez insisté sur ce point, qu'il existe une infinité de lumières blanches; elles sont différentes pour le physicien, mais identiques pour l'œil. Telles sont toutes les lumières blanches résultant du mélange de deux couleurs complémentaires.

» Helmholtz a préparé, avec un rayon rouge isolé du spectre solaire et avec un rayon vert bleu par exemple, une lumière blanche, identique d'aspect avec la lumière solaire et avec tout autre mélange de deux couleurs simples complémentaires.

» Maxwell a mélangé les radiations élémentaires du spectre trois par trois et a obtenu ainsi une série de lumières blanches, identiques d'aspect avec la lumière naturelle. Ces diverses lumières sont-elles identiques? Évidemment non! Il suffit de les recevoir sur un prisme, pour reconnaître que leur composition physique est différente; leur spectre ne saurait renfermer que les seules radiations élémentaires qu'on y a introduites.

» 3. Pour discuter les phénomènes de coloration, on envisage la lumière blanche des différentes sources de lumières comme formée d'un grand nombre de radiations élémentaires diversement colorées. Il est des cas où il est plus pratique de la considérer comme formée par le mélange d'un grand nombre de lumières blanches binaires, c'est-à-dire formées de deux radiations complémentaires.

» Ces lumières blanches, les plus simples que l'on puisse imaginer, possèdent un caractère qu'il est intéressant de signaler.

» Elles ne paraissent identiques que tant qu'elles éclairent un objet incolore. Mais qu'arrive-t-il si on les projette sur un objet coloré? C'est ici que s'ouvre un horizon sur des faits qui pourront paraître étonnants. Pour donner à l'expérience tout l'intérêt qu'elle comporte, je suppose que l'on ait projeté, sur un écran blanc, l'une à côté de l'autre, diverses lumières blanches binaires et de la lumière naturelle, que l'on aura eu soin de rendre identiques d'intensité, de manière que l'œil ne puisse saisir aucune différence entre elles. Sur cet écran, on fait apparaître alors un objet coloré : soit, pour fixer les idées, une étoffe teinte en rouge d'Andrinople. Cette matière colorante éteint toutes les radiations visibles, sauf le rouge et le violet (je néglige à dessein les détails). D'un *rouge brillant* dans la lumière naturelle, l'étoffe paraîtra *rouge foncé* dans une lumière composée de rouge et de vert bleu (cette dernière couleur étant éteinte par la matière colorante); elle sera *noire* dans un mélange d'orangé et de vert bleu; *noire* encore dans la lumière binaire formée par le jaune et le bleu complémentaires, et *violet foncé* dans la lumière composée de jaune vert et de violet.

» En un mot, l'introduction d'un objet coloré, dans un éclairage en apparence homogène et incolore, fera ressortir d'un seul coup le défaut d'homogénéité réel de cet assemblage de lumières, et la même surface colorée paraîtra tour à tour lumineuse ou noire, rouge ou violette.

» Il y a plus. Un corps qui paraît *blanc* dans la lumière solaire pourra être *noir* dans certaines lumières incolores binaires. Il suffit, pour qu'il en soit ainsi, que ce corps jouisse de la propriété d'absorber toutes les radiations simples, sauf deux qui soient de couleurs complémentaires.

» 4. Ce qui précède montre que l'étude des radiations lumineuses et des propriétés de l'œil nous réserve encore bien des surprises; mais ce n'est pas là la conclusion unique que j'ai voulu mettre en relief. Il y en a une autre, qui permet de résoudre la question suivante : Le phénomène des couleurs complémentaires est-il dû aux propriétés physiques de la lumière ou aux propriétés physiologiques de l'œil?

» Il suffit de comparer entre elles les définitions que les auteurs donnent des couleurs complémentaires, pour se convaincre, par un exemple frappant, de la confusion qui est faite entre le mélange des lumières et le mélange des sensations.

» L'existence d'un grand nombre de lumières, identiques d'aspect avec la lumière naturelle, et composées de deux, de trois, ou d'un plus grand nombre de rayons colorés, prouve que l'expression de *lumière blanche* ne correspond à aucune idée précise au point de vue physique. Ces lumières ne sont caractérisées que par la sensation spéciale qu'elles provoquent dans l'œil. Cette sensation unique, produite par des mélanges si divers, résulte, par conséquent, de la structure de l'organe de la vue. La propriété de deux couleurs, d'être complémentaires, est un phénomène purement physiologique.

» La sensation du blanc résulte du mélange de plusieurs sensations colorées; si celles-ci se trouvent réparties entre deux couleurs, leur somme peut produire la sensation du blanc; ces deux couleurs sont complémentaires.

» Dans l'état actuel de nos connaissances, l'œil est le seul de nos organes qui jouisse de la propriété de reconstituer une sensation unique, avec des éléments que l'on peut considérer comme variant presqu'à l'infini. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Recherches sur la durée de la solidification des corps surfondus.* Note de M. D. Gernez.

« On sait que la plupart des corps peuvent être conservés liquides à une température bien inférieure à leur point de fusion, et j'ai montré antérieurement qu'ils restent en cet état, entre certaines limites de température, jusqu'à ce qu'on exerce à leur intérieur une action mécanique ou, plus sûrement, jusqu'à ce qu'on les touche avec une parcelle solide identique au corps solidifié ou isomorphe de ce corps. Les circonstances de cette solidification subite n'ont pas été déterminées jusqu'ici; j'ai cherché à en préciser quelques-unes, et je vais indiquer les principaux résultats de cette étude expérimentale en me bornant d'abord aux faits relatifs au phosphore surfondu.

» Je rappellerai d'abord que la solidification d'un corps surfondu est accompagnée du dégagement de la chaleur de fusion, qui a pour effet d'élever la température des couches voisines de celle qui se solidifie. La rapidité avec laquelle se propage cette solidification dépend de cette chaleur de fusion et de la chaleur spécifique du corps. Si donc on veut la déterminer avec précision, il faudra se rapprocher autant que possible du cas idéal où l'on aurait un filet liquide infiniment mince. On y arrive d'une manière satisfaisante en introduisant le liquide dans des tubes cylindriques très étroits. Des expériences, dont on trouvera les détails ailleurs, m'ont prouvé que, dans des tubes dont le diamètre ne dépasse pas $2^{mm},7$, cette influence est négligeable, mais qu'il n'en serait pas de même dans des tubes plus larges, où la durée de la solidification augmente avec le diamètre du tube. Je me suis servi de tubes de verre d'un diamètre compris entre $1^{mm},4$ et $2^{mm},7$, et dont l'épaisseur, aussi faible que possible, ne dépassait pas $0^{mm},2$; le liquide qu'ils contenaient se mettait ainsi rapidement en équilibre de température avec le milieu ambiant. Je leur ai donné la forme d'U, afin d'avoir dans le voisinage l'une de l'autre les deux extrémités de la colonne liquide, et je les ai remplis d'une colonne de phosphore pur de $0^{m},60$ à $0^{m},70$ de longueur, à l'aide d'un appareil spécial, en laissant à la surface du phosphore une couche d'eau qui le préservait du contact de l'air.

» Les tubes étaient plongés, de quinze à trente minutes, dans un bain à température déterminée, supérieure au point de fusion. On les retirait ensuite pour les introduire dans un bain d'eau agitée par un rapide cou-

rant d'air et maintenue à une température constante inférieure au point de fusion. Après un séjour dans ce bain, prolongé souvent plus d'une heure, on provoquait la solidification du liquide en touchant sa surface avec l'extrémité d'un tube capillaire d'où sortait une sorte de fil de phosphore solide, et, au moment précis du contact, on poussait le bouton d'un chronomètre à pointage. La solidification se propageait rapidement dans toute la longueur de la colonne, et l'on pouvait en suivre la marche, car le liquide, qui était très limpide, devenait trouble et presque opaque en se solidifiant; on arrêtait l'aiguille du compteur au moment où l'opacité gagnait la seconde surface libre. On pouvait ainsi se servir du chronomètre quand on solidifiait le phosphore refroidi de 3° à 4° au-dessous de sa température de fusion; mais, pour des températures plus basses, ce procédé de mesure était insuffisant, la durée de la solidification du phosphore à 39° n'étant que de $6^s,26$ et seulement de $1^s,59$ à 33° pour une colonne liquide de 1^m de longueur. J'ai fait construire pour cette mesure un chronographe enregistreur à diapason qui m'a donné des résultats très précis et très concordants avec des tubes différents employés à diverses époques.

» 1° J'ai reconnu d'abord que, dans le même tube, la durée de la solidification est la même pour des longueurs égales de la colonne liquide; la marche du phénomène est donc uniforme, et l'on peut appeler *vitesse de solidification* la longueur de la colonne solidifiée pendant l'unité de temps, une seconde s'il s'agit du phosphore.

» 2° On peut se proposer de rechercher si, dans des tubes très étroits, cette vitesse varie avec la température à laquelle le phosphore a été porté avant d'être introduit dans le bain où on le maintient en surfusion, ou si elle a une valeur indépendante de la température. Il n'est pas évident, *a priori*, que la transformation isomérique que commence à éprouver le phosphore chauffé même au-dessous de 200°, et qui fait qu'il présente des reflets opalins, ne modifie pas les constantes calorifiques du mélange au point d'amener un changement dans la vitesse de solidification de ce corps. L'expérience m'a montré que ces modifications n'ont pas d'influence sensible sur le phénomène. Le phosphore fondu aux températures voisines du point de fusion, ou chauffé à 100°, 140°, 200° et même 215°, présente les mêmes vitesses de solidification aux mêmes températures.

» J'ajouterai que cette vitesse reste constante, quel que soit le nombre d'opérations antérieures qu'on ait réalisées avec le même corps, et quelle que soit la durée de chacune d'elles.

» 3° Pour ce qui est de l'influence de la température du phosphore

surfondu sur la vitesse de solidification, elle ressort de séries d'expériences que j'ai faites à diverses températures, comprises entre 43°,8 et 24°,9, et dont je transcris ici seulement quelques nombres, pour donner une idée de la marche du phénomène; ils sont rapportés à une colonne de phosphore mesurée à la température de fusion 44°,2.

Températures	43°,8	43°,55	42°,9	42°,1	41°,4	40°,6	39°,0	38°,0	37°,3	36°,0	34°,2	33°,0	31°,2	29°,0	27°,4	24°,9
Vitesses de solidification.	$1^{mm},16$	$2^{mm},63$	$8^{mm},78$	$24^{mm},1$	$56^{mm},9$	$88^{mm},3$	$159^{mm},7$	$243^{mm},1$	$289^{mm},85$	$353^{mm},35$	$538^{mm},9$	$628^{mm},9$	$675^{mm},7$	$800^{mm},0$	$952^{mm},4$	$1030^{mm},9$

» La courbe que l'on construirait avec ces nombres, en prenant pour abscisses les températures et pour ordonnées les vitesses de solidification, aurait pour asymptotes l'axe des températures et l'ordonnée correspondant à la température de 44°,2. Ce résultat pouvait être prévu. J'appellerai seulement l'attention sur la valeur absolue de la vitesse de solidification qui, à 10° en dessous du point de fusion, est de $531^{mm},9$, et à 19°,3 au-dessous de ce point dépasse 1^{m} par seconde.

» Dans une prochaine Communication, je ferai voir comment la mesure de la vitesse de solidification du soufre surfondu m'a conduit à la découverte d'une troisième variété cristallisée de cette substance. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur la mesure des pressions développées en vase clos par les mélanges gazeux explosifs.* Note de M. Vieille, présentée par M. Cornu.

« La connaissance des pressions développées en vase clos par les divers mélanges gazeux explosifs permet d'aborder un grand nombre de questions importantes, et en particulier l'étude des chaleurs spécifiques et des dissociations des gaz aux températures élevées. Cette étude a fait récemment l'objet de recherches importantes de la part de MM. Mallard et Le Châtelier.

» Il nous a paru intéressant d'appliquer à la mesure de ces pressions rapidement variables une méthode ne se prêtant pas aux objections que peut comporter l'emploi des manomètres statiques. Cette méthode consiste à enregistrer la loi du déplacement d'un piston de section et de masse connues soumis à l'action des gaz; elle a été employée déjà avec succès par M. Sébert et par M. Ricq pour la mesure des pressions développées en vase clos ou dans les bouches à feu par les explosifs. On déduit de la loi du

mouvement les accélérations du piston et, par suite, les forces qui le sollicitent à chaque instant.

» Notre appareil se compose d'un récipient en fer forgé dont la capacité varie, selon les expériences, de 300^{cc} à 4^{lit}. Sur l'un des fonds du récipient est vissé un tube cylindrique de $0^{m},015$ de diamètre intérieur, dans lequel se meut très librement un piston exactement ajusté. Le piston déborde à l'intérieur de $0^{m},04$ environ : on évite ainsi, lors de son mouvement, les pertes de charge qui pourraient résulter de la condensation ou du refroidissement des gaz dans un canal étroit. Le piston porte une plume mince en clinquant d'acier dont l'extrémité, convenablement guidée, décrit une ligne droite pendant le mouvement. Devant la plume tourne, avec une vitesse de 10^{m} à 15^{m} par seconde, un cylindre recouvert de papier enfumé.

» L'inflammation du mélange gazeux introduit dans la bombe à la pression atmosphérique est produite par l'intermédiaire d'un petit ajutage cylindrique dans lequel on fait jaillir une étincelle électrique. Il en résulte dans la bombe une sorte de dard de chalumeau qui paraît accélérer la combustion générale. La plume du piston est placée dans le circuit électrique d'inflammation et l'on obtient sur le cylindre, à l'instant où jaillit l'étincelle, un point blanc très net qui donne, dans chaque expérience, une origine des temps bien définie, placée sur le cercle décrit par la plume dans sa position initiale.

» Sous l'influence de la pression, le piston se déplace et la plume trace une courbe qui se détache du cercle d'origine. Le piston bute, après $0^{m},05$ de course, sur un tampon en feutre contre lequel il reste appliqué, à moins que la condensation des gaz ne le rappelle à sa position initiale. La vitesse du cylindre est évaluée, au moment de l'explosion, au moyen d'un diapason entretenu électriquement. La courbe tracée sur le papier enfumé est relevée par des lectures faites au moyen d'un microscope mobile suivant deux axes rectangulaires, à l'aide de vis micrométriques munies de tambours divisés.

» Avant d'appliquer cet appareil à la mesure de la loi de développement des pressions produites par les gaz tonnants, il nous a paru nécessaire de contrôler l'exactitude de ses indications en le faisant fonctionner dans des conditions où cette loi était complètement connue. Ce cas simple est celui d'une pression maintenue constante dans la bombe à l'aide d'un réservoir auxiliaire et mesurée au moyen d'un manomètre à air libre. Un organe de déclanchement permet de mettre en liberté le piston, qui trace, sous l'ac-

tion de la pression constante, une courbe que l'on relève par les procédés ordinaires.

» Le Tableau suivant permet de comparer les pressions déduites des courbes avec les pressions réelles mesurées au manomètre dans trois expériences où ces pressions ont varié comme les nombres 2 : 3 : 4.

Pressions mesurées en kilogrammes par centimètre.	Pressions calculées.	Écart pour 100.
kg	kg	
1,932	1,953	+ 1,10
2,885	2,871	− 0,48
4,367	4,433	+ 1,51

» On constate que la pression déduite du tracé correspondant aux deux premiers millimètres de course du piston est identique à celle qui se déduit de la course totale de $0^{m},50$, ce qui exclut toute perturbation à l'origine du mouvement, question dont l'importance nous avait été particulièrement signalée par M. Cornu.

» Les vérifications sont donc très satisfaisantes; il y a même lieu de penser que les conditions de fonctionnement du piston sont plus favorables à l'exactitude des résultats dans le cas des mélanges gazeux explosifs que dans ces expériences de tarage. Les pressions des gaz tonnants sont, en général, supérieures à 4^{kg} par centimètre carré, et dans ce cas les frottements de la plume et du piston deviennent absolument négligeables.

» Les déplacements du piston étant, toutes choses égales d'ailleurs, inversement proportionnels à sa masse, nous avons recours à des pistons de volumes extérieurs identiques, mais de poids variables (9^{gr} à 228^{gr}), pour obtenir l'enregistrement de la loi des pressions pendant une période plus ou moins longue à partir de l'origine du déplacement.

» L'appareil que nous avons employé a été construit avec une rare perfection par M. Bianchi. Nous citerons, en particulier, la construction d'un piston creux de 65^{mm} de longueur et de 15^{mm} de diamètre, en acier trempé, dont le poids n'atteint pas 10^{gr} et qui résiste sans déformation à des pressions de 10 à 12^{kg} par centimètre carré. Ce piston se déplace sous une pression de 1^{mm} de mercure et ne donne cependant que des fuites insignifiantes.

» Nous ferons connaître dans une prochaine Communication les résultats obtenus au moyen de cet appareil. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la cristallisation de l'hydrate de chlore.* Note de M. A. DITTE.

« L'hydrate de chlore, tel qu'on l'obtient ordinairement, se présente sous l'aspect de masse molle dans laquelle il est impossible de distinguer la forme des cristaux ; on en peut obtenir de très nets et facilement observables en opérant de la manière suivante :

» On introduit de l'hydrate de chlore contenant un excès d'eau dans un tube en V de grandes dimensions; on le ferme, puis on chauffe la branche qui renferme l'hydrate de manière à le décomposer et à liquéfier le chlore qui provient de sa destruction et qui va se condenser dans la partie froide de l'appareil. Si l'on abandonne alors tout le système à un refroidissement lent, on trouve au bout de vingt-quatre heures une petite quantité d'hydrate reformée au sein de l'eau, tandis que la majeure partie du chlore liquide est demeurée à cet état dans la portion du tube où il s'est primitivement condensé; l'hydrate produit au milieu de l'eau y prend la forme de petits cristaux groupés en amas penniformes ou en feuilles de fougères semblables à celles que donne fréquemment le sel ammoniac. Si l'on abandonne alors l'appareil dans une salle dont la température varie peu, la branche qui contient le mélange d'eau et d'hydrate étant immergée dans un vase plein d'eau, tandis que celle qui renferme le chlore liquide plonge dans l'air ambiant, les matières contenues dans le tube se modifient peu à peu. La quantité d'hydrate formé dans l'eau augmente d'abord, puis au bout d'un mois environ il se forme à la surface de ce liquide de l'hydrate qui s'agglomère en une sorte de membrane cristallisée, contournée et plissée, pendant qu'une certaine quantité de ce même hydrate se dépose sur les parois de la partie courbe du V. Cette espèce de cloison devient bientôt assez résistante pour empêcher toute communication entre l'eau et le chlore liquide, et, comme elle s'est formée dans la branche plongée dans le vase rempli d'eau, une partie du chlore liquéfié distille dans cette branche et se réunit en une couche liquide au-dessus de la croûte d'hydrate qui la sépare de l'eau placée au-dessous de la membrane. On se trouve alors avoir dans la portion courbée du tube un dépôt d'hydrate compris entre deux couches de chlore liquide et constamment plongé dans une atmosphère de chlore gazeux sous la pression de la vapeur que ce liquide émet à des températures comprises entre 12° et 18° environ. Dans ces conditions, le dépôt d'hydrate réparti sur une longueur de tube de 0,20 à 0,25 se trans-

forme graduellement, les feuilles de fougère disparaissent peu à peu, et se changent en cristaux isolés dont la plupart, au bout d'un an, atteignent 2 à 3^{mm} de longueur. Tous, les plus petits comme les plus gros, sont d'une netteté et d'une transparence parfaites; leur couleur jaune verdâtre foncé diffère à peine de la teinte que possède l'atmosphère de chlore comprimé au milieu de laquelle ils se trouvent; elle est bien plus intense que celle de la dissolution aqueuse de chlore qui occupe l'une des extrémités du tube. Les cristaux sont assez réfringents pour présenter quelques colorations irisées quand on les examine sous certaines incidences à la lumière du soleil, leur forme paraît dériver du système régulier; on observe des octaèdres parfaits, ou ne portant que des modifications légères n'altérant que peu la forme générale; d'autres fois les faces modifiantes très développées donnent au cristal l'apparence d'une table terminée par un contour hexagonal régulier; le plus souvent les cristaux chargés de facettes plus ou moins développées rappellent par leur aspect général certaines cristallisations d'alun. Comme ils ne se déplacent dans le tube qu'avec une lenteur extrême, on peut les conserver pendant des mois entiers dans cet état. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le chlorure de pyrosulfuryle*. Note de M. D. **Konovaloff**, présentée par M. Ad. Wurtz.

« M. Ogier [1] a récemment attiré l'attention sur le chlorure de pyrosulfuryle, croyant avoir démontré que ce composé fait exception à la loi d'Avogadro. Cette exception serait d'autant plus remarquable qu'elle ne pourrait être expliquée par une dissociation de ce composé. Les recherches consignées dans la présente Note font voir que tel n'est pas le cas. Le chlorure de pyrosulfuryle fut préparé par la méthode de M. Schützenberger [2], en faisant réagir au bain-marie l'anhydride sulfurique, deux fois distillé, sur un poids égal de tétrachlorure de carbone (bouillant à 77°), ce qui répond à peu près à l'équation

$$2SO^3 + CCl^4 = COCl^2 + S^2O^5Cl^2.$$

» Un tube rempli de morceaux de pierre ponce, imbibés d'acide sulfurique, empêchait l'humidité de l'air de pénétrer dans l'appareil. Les parties de l'appareil étant soudées, on évitait ainsi l'emploi des bouchons. Les

(1) *Comptes rendus*, t. XCIV, n° 5, p. 217.
(2) *Ibid.*, t. LXIX, p. 352.

mêmes précautions étaient prises pendant les distillations. Ayant chauffé huit heures, j'obtins, à l'aide de distillations fractionnées, le chlorure de pyrosulfuryle bouillant à une température constante de 153° à 752^{mm} de pression atmosphérique. Une autre préparation a donné la même substance ayant la température d'ébullition de 152°,5 à 740^{mm}. Le chlorure de pyrosulfuryle est un liquide incolore, fumant à l'air, d'un poids spécifique de 1,872 (à 0°), doué d'un coefficient de dilatation considérable. L'eau ajoutée, même en petite quantité, le trouble. Elle ne le décompose que très lentement à la température ordinaire (un demi-gramme de chlorure ne fut décomposé qu'après quelques heures). L'action de l'eau est énergique à une température élevée. La pureté du chlorure de pyrosulfuryle est démontrée par l'analyse, faite en décomposant la substance par l'eau en vase clos et en dosant l'acide chlorhydrique et l'acide sulfurique.

	Trouvé		La formule $S^2O^5Cl^2$ demande
	I.	II.	
S	29,4	29,7	29,76
Cl	32,83	32,7	32,92

» 0^{gr},3842 de chlorure, décomposés par l'eau, furent neutralisés dans un essai acidimétrique par 0^{gr},4254 de soude caustique, tandis que la théorie demande 0^{gr},4288.

» La densité de vapeur fut déterminée par la méthode de M. V. Meyer. L'appareil était préalablement rempli d'air sec. Dans la vapeur de l'aniline on obtient les densités suivantes, rapportées à l'air :

$$\Delta = 7,37;\ 7,2;\ 7,24;\ 7,41;\ 7,23;\ 7,39.$$

Dans la vapeur de la nitrobenzine (à 210°) la densité fut trouvée égale à 7,27.

» Ces expériences démontrent que la densité de vapeur du chlorure de pyrosulfuryle est normale, car la théorie exige pour la formule $S^2O^5Cl^2$ une densité égale à 7,43. Ainsi, ce composé ne fait pas exception à la loi d'Avogadro. Les propriétés du chlorure de pyrosulfuryle se distinguent considérablement de celles qui ont été décrites. Par exemple, la température d'ébullition est, d'après M. H. Rose [1], 145°; d'après M. Rosenstiehl [2],

(1) *Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie*, Bd. XLIV, S. 291.

(2) *Comptes rendus*, t. LIII, p. 658.

145-150°; d'après M. Michaelis [1], 146°; d'après M. Ogier [2], 141°. La densité de vapeur obtenue par ces chimistes (de 3,74 à 4,6) n'était que la moitié de celle qu'exige la théorie. Ce sont les propriétés du chlorure de pyrosulfuryle souillé, comme je suppose, par une substance dont la présence n'est pas facile à démontrer par l'analyse. On connaît, en effet, une substance ayant une composition centésimale très voisine de celle du chlorure de pyrosulfuryle, mais une densité de vapeur beaucoup plus petite. C'est le composé de M. Williamson, SO^3HCl, dont la densité de vapeur, déterminée par M. Williams [3] vers 216°, n'est que 2,3 par l'effet de la dissociation (rapportée à l'air). Les expériences suivantes confirment la supposition énoncée plus haut.

» J'ai mélangé le chlorure de pyrosulfuryle pur (point d'ébullition 153°) avec une quantité presque égale du composé de M. Williamson, obtenu par l'action du trichlorure de phosphore sur l'acide sulfurique. Le mélange de ces deux chlorures entra en ébullition vers 140°, et à 146° la distillation était finie. Les deux chlorures donnent un mélange dont le point d'ébullition est plus bas que celui des composants (SO^3HCl bout vers 158°); par conséquent ce mélange est indécomposable par la distillation. La densité de vapeurs de ce mélange (bouillant entre 140° et 146°) fut trouvée égale à 4,01 rapportée à l'air (à 210°). Le chlorure de pyrosulfuryle fut mélangé avec environ 4 pour 100 d'eau. En chauffant, la réaction se produisit immédiatement et le liquide entra en ébullition vers 138°. Après deux distillations, j'ai obtenu un liquide bouillant entre 139°-140°. La densité de vapeur de ce mélange fut trouvée égale à 4,7 (vers 210°) ».

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les produits de la distillation de la colophane.* Note de M. **Ad. Renard**, présentée par M. A. Wurtz.

« Les portions d'essence de résine passant à la distillation avant 100°, lavées à la soude, puis agitées avec une solution concentrée de bisulfite de sodium, donnent un abondant dépôt cristallin, constitué par une combinaison du bisulfite de sodium avec diverses aldéhydes, sur lesquelles je me propose de revenir plus tard. L'essence ayant résisté à l'action du bisulfite, lavée de nouveau à la soude et soumise à de nombreuses distillations

---

(1) *Zeitschrift für Chemie*, neue Folge, Bd. VII.

(2) *Comptes rendus, loc. cit.*

(3) *Chem. Soc. J.* [2], VII, 304.

fractionnées, se scinde alors en deux produits hydrocarburés, l'un bouillant de 67° à 70° et l'autre de 30° à 40°.

» L'hydrocarbure passant à la distillation de 67° à 70° a donné à l'analyse des résultats qui conduisent à la formule de l'hexylène C^6H^{12}, confirmée par la densité de vapeur qui a été trouvée égale à 2,93 (théorie 2,95). Cet hexylène, traité à 165°, en tube scellé, par de l'acide iodhydrique, donne un iodure d'hexyle bouillant de 155° à 175° qui, chauffé à 100° avec de l'acétate d'argent, régénère de l'hexylène, en même temps qu'il se produit de l'acétate d'hexyle et quelques produits à point d'ébullition plus élevé, ce qui démontre que ce carbure n'est pas un produit unique, mais un mélange de plusieurs hexylènes isomériques. Traité par le brome, il donne un bibromure liquide $C^6H^{12}Br^2$, décomposable par la chaleur.

» Sous l'influence de l'acide sulfurique ordinaire, la majeure partie de ce carbure se polymérise; mais, en soumettant à la distillation le produit résultant de cette action, on obtient une petite quantité d'un autre carbure inattaquable par l'acide sulfurique même fumant et qui, comme l'ont indiqué son analyse et sa densité de vapeur qui a été trouvée égale à 2,99 (théorie 3,05), n'est autre que l'hydrure d'hexyle.

» L'autre portion d'essence bouillant de 35° à 40°, soumise à l'analyse, a donné des résultats conduisant à la formule C^5H^{10}, confirmée par sa densité de vapeur qui a été trouvée égale à 2,53 (théorie 2,46). C'est donc de l'amylène, dont il partage du reste toutes les propriétés. Abandonné quelques jours à la température ordinaire en présence d'acide chlorhydrique concentré, il se transforme partiellement en chlorure bouillant vers 86°, tandis qu'une autre portion du carbure reste inaltérée, ce qui permet de conclure à la présence, dans le produit brut, d'un mélange d'amylène ordinaire et d'amylène à chaîne continue. Ces amylènes, traités par l'acide sulfurique ordinaire, se polymérisent; et, en soumettant à la distillation les produits résultant de cette réaction, on obtient une petite quantité d'hydrure d'amyle bouillant de 33° à 38°.

» La proportion de ces différents carbures, dans l'essence de résine, est très minime relativement à celle des carbures bouillant au-dessus de 100°, ce qu'il faut attribuer, sans doute, à leur volatilité, grâce à laquelle ils se trouvent entraînés par les gaz qui se dégagent en abondance pendant la distillation de la colophane. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Production de l'anesthésie chirurgicale, par l'action combinée du protoxyde d'azote et du chloroforme*. Note de M. **L. de Saint-Martin**, présentée par M. Berthelot. (Extrait.)

« Les belles recherches de M. Paul Bert ont définitivement fixé la science sur l'action physiologique du protoxyde d'azote.

» On sait maintenant :

» 1° Que ce gaz, employé pur, produit assez rapidement l'anesthésie, mais qu'en même temps il amène peu à peu l'asphyxie, parce qu'il ne peut, contrairement à l'opinion anciennement reçue, entretenir les combustions respiratoires ;

» 2° Que le mélange de 85^{vol} de protoxyde d'azote et de 15^{vol} d'oxygène peut être respiré longtemps sans inconvénient, mais qu'il est incapable de produire l'anesthésie ; tout au plus provoque-t-il une légère analgésie ;

» 3° Enfin qu'il est possible d'arriver à l'anesthésie avec le mélange ci-dessus mentionné, à la condition d'opérer dans une cloche métallique sous une pression supérieure de $0^m,15$ de mercure à celle de l'atmosphère.

» Ce dernier mode d'anesthésie, indiqué par M. Paul Bert, présente de grands avantages, vivement appréciés par les chirurgiens qui l'ont employé ; mais il a, par contre, l'inconvénient de nécessiter l'emploi de chambres métalliques fort coûteuses, et d'obliger, en outre, l'opérateur et ses aides à se soumettre avec le patient à une surpression notable. Cette double condition ne laisse pas que de constituer une objection assez sérieuse contre l'emploi et surtout contre la généralisation de cette méthode.

» Je me suis demandé s'il ne serait pas possible de rendre anesthésique, *à la pression ordinaire*, le mélange de protoxyde d'azote et d'oxygène, fait dans les proportions ci-dessus indiquées, en y introduisant simplement une petite quantité de chloroforme. En un mot, il s'agissait de savoir si le mélange des deux agents anesthésiques conserverait les propriétés inhérentes à chacun de ses deux composants.

» L'expérience a pleinement vérifié cette hypothèse, qui n'avait rien d'invraisemblable *a priori*. Les essais, encore peu nombreux, il est vrai, ont été faits par moi, avec mes appareils gazométriques (¹), sur moi-même et sur des chiens.

(¹) *Sur une forme spéciale de gazomètres propres à divers usages médicaux ou physiologiques*, par le Dr L. de Saint-Martin (*Bulletin de Thérapeutique*, 30 octobre 1882).

» L'expérience suivante, entre autres, est parfaitement concluante :

» Chienne de chasse à poil ras, de trois ans environ, maigre, mais vigoureuse, du poids de 12^{kg}.

» On commence par pratiquer la trachéotomie à l'animal, lequel est pris tout d'abord d'un assez fort accès de dyspnée, dû à l'introduction de quelques gouttes de sang dans la trachée. Quand la respiration est redevenue normale, on met la canule trachéale en communication avec un appareil à deux soupapes de Denayrouze, et l'on fait respirer à la chienne un mélange de 85^{vol} de protoxyde d'azote et de 15^{vol} d'oxygène, additionné, par hectolitre, de 7^{gr} de chloroforme.

» L'animal, au début, respire très vite, devient haletant même, mais sans autre agitation, et consomme rapidement (en trois ou quatre minutes) une quarantaine de litres du mélange anesthésique. Puis la respiration reprend son rythme normal, et chaque mouvement respiratoire ne dépense plus que 150^{cc} de gaz environ. A ce moment, l'anesthésie est très profonde : on peut toucher et même piquer ou pincer la conjonctive, sans provoquer le réflexe palpébral; on serre très fortement les phalanges avec une pince, sans produire le moindre mouvement de retrait. Les pupilles sont largement dilatées.

» Au bout d'un quart d'heure, la provision du mélange anesthésique étant épuisée, on laisse l'animal respirer à l'air libre. La sensibilité reparaît très vite, en moins de deux minutes.

» On prépare alors 150^{lit} du même mélange gazeux, mais en n'y introduisant, cette fois, par hectolitre, que 6^{gr} de chloroforme, et on le fait respirer par la chienne. Les phénomènes se succèdent exactement dans le même ordre et de la même façon. L'anesthésie est aussi complète et se produit aussi vite que la première fois; on laisse l'animal consommer le contenu du gazomètre, ce qui demande en tout vingt-cinq minutes environ. Le retour à la sensibilité s'effectue en deux minutes.

» Je me suis soumis moi-même, cinq ou six fois, à l'inhalation du même mélange anesthésique. En huit ou dix larges inspirations, je perdais entièrement le sentiment et la notion de tout ce qui m'entourait. Autant qu'il m'a été possible de les analyser, les effets physiologiques paraissent intermédiaires à ceux que produiraient, soit le protoxyde d'azote, soit le chloroforme employés seuls. Toutefois, en l'absence d'une personne compétente, l'expérience n'a jamais été suffisamment prolongée, et l'anesthésie n'a été constatée que par l'insensibilité au pincement.

» En résumé, le mélange de 85^{vol} de protoxyde d'azote et de 15^{vol} d'oxygène additionné par hectolitre de 6^{gr} à 7^{gr} de chloroforme, produit très rapidement l'anesthésie et paraît supprimer la période d'excitation, le chloroforme étant beaucoup plus dilué, si l'on peut s'exprimer ainsi, et ne produisant plus, dans ces conditions, d'action irritante sur les premières voies respiratoires.

» La zone maniable de ce mélange anesthésique est évidemment plus

étendue que celle du chloroforme; elle doit être comprise entre celle de ce dernier agent et celle du protoxyde d'azote.

» On pourra, à l'aide de cette méthode, profiter en grande partie de la supériorité du protoxyde d'azote comme agent anesthésique, tout en évitant la condition d'opérer sous pression.... »

PHYSIOLOGIE. — *Passage de la bactéridie charbonneuse de la mère au fœtus.* Note de MM. **I. Straus** et **Ch. Chamberland**, présentée par M. Pasteur.

» Brauell, dans son travail publié en 1858 (*Virchow's Arch.*, t. XIV, p. 459), formule la conclusion suivante : « Les embryons des animaux » (juments, brebis) morts de charbon ne présentent aucune des altérations » anatomiques du charbon. Le sang lui-même n'offre rien d'anormal. De » ces faits, ainsi que des résultats négatifs des inoculations du sang fœtal, » on peut conclure que le charbon ne passe pas de la mère au fœtus. »

» Davaine (*Acad. de Médecine*, 3 déc. 1867) répéta l'expérience de Brauell sur un cobaye en gestation ; il constata que le sang de la mère et du placenta est rempli de bactéridies et virulent, tandis que celui du fœtus est privé de bactéridies et non virulent. Il en conclut que le placenta est un filtre infranchissable pour la bactéridie. Depuis lors, ces faits ont toujours été invoqués comme une des meilleures preuves que, dans les liquides charbonneux, la virulence est inhérente à la bactéridie et ne réside pas dans des substances solubles, capables de diffuser à travers les membranes de l'œuf.

» En 1876, M. O. Bollinger (*Deutsche Zeitschrift für Thiermedicin*, t. II, p. 341) refit sur une brebis pleine les mêmes expériences et arriva aux mêmes résultats.

» Récemment, MM. Arloing, Cornevin et Thomas signalent le passage de la bactérie du charbon symptomatique de la mère au fœtus, et ils enregistrent ce fait comme un caractère différentiel de plus à ajouter à ceux qui distinguaient déjà le charbon symptomatique du charbon bactéridien.

» Nous-mêmes, dans nos premières recherches sur ce point (*Comptes rendus de la Soc. de Biol.*, 1882, p. 683), d'après quelques essais négatifs d'inoculation et de culture du sang fœtal provenant de cobayes pleines, mortes du charbon, avions adopté sans restriction la loi de Brauell-Davaine.

» Aujourd'hui, à la suite d'expériences nouvelles et plus nombreuses, nous sommes arrivés à des résultats qui infirment cette loi, dans la for-

mule absolue qui lui a été attribuée jusqu'ici. Nos recherches établissent que, dans le charbon aigu, chez le cobaye, la barrière placentaire est souvent franchie et que le sang fœtal peut contenir des bactéridies et être virulent.

» Nous avons inoculé une vingtaine de femelles de cobayes, à différentes périodes de la gestation, soit avec de la culture de charbon virulent, soit avec de la culture atténuée (deuxième vaccin de M. Pasteur), très virulente encore pour le cobaye. Ces animaux succombèrent au charbon type, au bout de trente à soixante heures.

» Les fœtus, extraits rapidement, furent immédiatement plongés dans de l'eau bouillante pendant un temps plus que suffisant pour détruire les quelques bactéridies provenant du sang maternel ou placentaire qui aurait pu souiller la peau. Les vases recevant les fœtus, les instruments étaient rigoureusement flambés, de sorte qu'aucun soupçon de contamination par le sang de la mère ne pouvait subsister.

» On puisa du sang, sur chaque fœtus, dans le foie et dans le cœur; la surface de ces organes, par surcroît de précaution, était toujours brûlée au point où l'effilure de verre allait puiser le sang.

» Le sang fœtal ainsi recueilli fut : 1° examiné au microscope; 2° semé dans du bouillon de veau stérilisé et placé à l'étuve; 3° inoculé à un certain nombre de cobayes.

» L'examen microscopique du sang fœtal, quoique minutieux et prolongé, ne révéla la présence d'aucune bactéridie; les globules rouges du sang ne présentaient pas non plus l'état agglutinatif bien connu. Ici nos résultats n'ont fait que confirmer ceux de nos prédécesseurs.

» Il en fut tout autrement des cultures. Plusieurs éventualités se présentèrent :

» Dans certains cas (exceptionnels), le sang puisé dans tous les fœtus d'une portée demeura stérile.

» Dans d'autres cas, sur une portée de 3, 4, ... fœtus, le sang d'un seul, ou de deux, ou de trois fut semé avec succès, le sang des autres demeurant stérile.

» Enfin, dans quelques cas, tous les petits de la portée avaient du sang dont la culture fut féconde.

» Des cas se sont présentés où, après avoir semé dans plusieurs flacons du sang pris sur un même fœtus, quelques-uns de ces flacons demeurèrent stériles, les autres au contraire étant féconds. Cela prouve combien sont souvent peu nombreuses les bactéridies dans le sang fœtal; elles y sont,

pour ainsi dire, par unités, puisqu'on peut prélever sur le fœtus une quantité très notable de sang (nous semions toujours plusieurs gouttes) qui ne renferme aucune bactéridie.

» Les inoculations du sang fœtal, que nous avions toujours soin d'inoculer en quantité assez forte, nous ont donné les résultats suivants : quand le sang fœtal inoculé était celui dont la culture est demeurée stérile, nous n'avons rien obtenu, quelle que fût la quantité de sang inoculé. Lorsque nous avons employé du sang qui a été cultivé, la mort par le charbon a été obtenue dans un certain nombre de cas ; dans quelques-uns aussi, les animaux n'ont rien éprouvé, bien que la quantité de sang inoculé ait été supérieure à celle qui a été semée avec succès dans les flacons.

» Un premier enseignement qui découle de ces faits, c'est la supériorité pour la recherche des microrganismes vivants de la méthode de culture *in vitro*. Elle l'emporte, non seulement sur l'examen microscopique, mais encore sur l'inoculation, quand même celle-ci porte sur les animaux les plus sensibles. L'organisme des animaux, en effet, se défend là où le liquide de culture, passif, se laisse envahir.

» Les résultats précédents ont été obtenus sans différence appréciable, quels que fussent l'âge du fœtus et le moment, après la mort, où l'autopsie a été faite ; plusieurs fois nous l'avons pratiqué immédiatement après la mort, pour éviter l'objection d'un passage possible, *post mortem*, de la bactéridie.

» Le placenta ne constitue donc pas, comme on l'a cru jusqu'ici, une barrière infranchissable pour la bactéridie, et la loi de Brauell-Davaine, qui généralise une exception, est erronée : erreur qui, il faut le reconnaître, a été heureuse et profitable pour la Science, puisqu'elle a fourni à la théorie parasitaire des maladies infectieuses un des arguments les plus démonstratifs en apparence, à une époque où les preuves directes n'abondaient pas comme aujourd'hui.

» Cette notion nouvelle de la possibilité du passage de la bactéridie charbonneuse de la mère au fœtus pourra, peut-être, donner la clef de certains faits d'immunité, notamment de l'immunité contre le charbon qui paraît avoir été constatée dans quelques cas sur des agneaux dont les mères avaient subi la vaccination charbonneuse pendant la gestation. D'autre part, la non-constance de ce passage peut expliquer aussi pourquoi, dans d'autres cas, cette immunité du fœtus n'existe pas. Enfin, quelques personnes ont signalé, dans des troupeaux de mères vaccinées pendant la gestation (brebis et vaches), quelques avortements. Il y a lieu dès lors de se demander

si ces avortements ne sont pas dus à la contamination intra-utérine du fœtus par la bactéridie vaccinale, qui aurait tué le fœtus alors que la mère, plus robuste, aurait pu supporter la maladie. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Expériences pour servir à l'étude des propriétés physiologiques du chlorure d'oxéthylquinoléine-ammonium.* Note de M. **Bochefontaine**, présentée par M. Vulpian.

« M. Wurtz ayant remis au Laboratoire de Pathologie expérimentale et comparée de la Faculté de Médecine une petite quantité de *chlorure d'oxéthylquinoléine-ammonium*, dont il a réalisé récemment la synthèse, M. Vulpian m'a chargé de déterminer les propriétés physiologiques de cette substance.

» Cette étude expérimentale a été faite sur des grenouilles, des cobayes et des lapins, et elle a donné les résultats suivants, qui ont été contrôlés par M. Vulpian :

» Le chlorure d'oxéthylquinoléine-ammonium possède des propriétés toxiques assez considérables au moins chez les batraciens (grenouilles), et chez les mammifères inférieurs comme le cobaye. Ainsi, $0^{gr},051$ injectés sous la peau d'un cobaye pesant 370^{gr} ont amené la mort de l'animal au bout de *douze minutes*, avec des symptômes généraux paralytiques. Sur une grenouille verte vigoureuse, l'injection hypodermique méthodique de $0^{gr},06$ du sel détermine la mort au bout de *deux* heures quinze minutes avec les mêmes symptômes généraux d'engourdissement paralytique.

» Chez un cobaye pesant 750^{gr}, l'injection hypodermique de $0^{gr},060$ de substance n'a pas eu de résultat.

» Lorsque, sur la grenouille, on a lié l'artère iliaque ou l'artère fémorale d'un côté, si l'on injecte sous la peau de l'avant-bras une quantité suffisante de substance, soit $0^{gr},037$, la grenouille devient inerte en conservant les mouvements spontanés et réflexes du membre mis à l'abri du poison par la ligature. On constate alors que l'excito-motricité du nerf sciatique du côté paralysé est abolie, tandis qu'elle est conservée dans le membre postérieur dont l'artère est liée.

» La contractilité musculaire est partout conservée. Les battements du cœur tombent de 50 à 20 par minute.

» En résumé, d'après cette première série d'expériences, le chlorure d'oxéthylquinoléine-ammonium n'a pas d'action sur les muscles, sur les centres nerveux ni sur les nerfs sensibles.

» Ce sel agit, sur la grenouille au moins, à la façon du curare, c'est-à-dire en empêchant les excitations motrices de passer du nerf au muscle.

De plus, il agit sur le cœur pour en ralentir considérablement les battements, propriété que le curare ne possède pas.

» Le manque de substance n'a pas permis de pousser plus avant cette étude, qui, d'ailleurs, sera poursuivie. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Recherches expérimentales sur les contractions spontanées de l'utérus chez certains Mammifères.* Note de M. DEMBO [1], présentée par M. Vulpian.

« Dans une Communication précédente à l'Académie [2], j'ai donné les résultats de mes recherches sur les contractions de l'utérus, déterminées par la faradisation. Ce travail m'a conduit naturellement à étudier les contractions dites spontanées de cet organe.

» Il n'existe pas, pour ainsi dire, un point du cervelet, du bulbe ou de la moelle épinière, où les auteurs n'aient indiqué l'existence des centres de l'utérus, parce qu'après l'excitation de ces points ils ont observé des contractions utérines.

» Bien plus, parmi les nombreux auteurs qui se sont livrés à ces recherches, on n'en trouve pas deux qui soient d'accord.

» Ces assertions contradictoires peuvent faire supposer que les auteurs ont confondu les contractions dites spontanées avec celles qui résultent de certaines excitations.

» Kilian admet que, chez tous les animaux vivants, il y a des contractions spontanées de l'utérus, contractions que l'on pourrait empêcher en chloroformisant les animaux, tandis que Spiegelberg n'admet pas les contractions spontanées de l'utérus « pendant que le cœur bat ».

» D'après Kehrer, il n'existe pas de contractions spontanées proprement dites; mais, dans certaines conditions, sous l'influence de l'air, etc., ces contractions se manifestent. Cet auteur a posé une « loi des contractions » rythmiques consécutives », d'après laquelle toute contraction utérine, provoquée par une excitation quelconque, serait suivie de contractions rythmiques, qui se répéteraient périodiquement. Selon Körner, il faut chercher la cause des contractions spontanées de l'utérus dans la narcotisation, surtout celle qui est faite par le chloroforme; d'après lui, quand on ouvre

---

[1] Travail du Laboratoire de Pathologie expérimentale de la Faculté de Médecine de Paris.

[2] DEMBO, *Comptes rendus*, t. XCV, 1882.

le ventre avec précaution, les contractions spontanées ne se produisent pas.

» Les conclusions de Oser et Schlesinger, Cyon, Rein, etc., sur cette question ne sont pas moins opposées.

» En présence d'une telle divergence d'opinions, il m'a paru nécessaire d'étudier à nouveau les contractions de l'utérus, dites spontanées, chez certains animaux, et de chercher à reconnaître la cause de ces contractions. Mes expériences ont été faites sur des vaches, des brebis, des lapines, des chiennes et des chattes curarisées ou chloralisées, ou bien sur des animaux à l'état normal, ou enfin sur d'autres tués par *saignée à blanc*.

» Après avoir expérimenté sur 123 animaux, je suis arrivé aux conclusions suivantes :

» 1° Il n'existe pas de contractions spontanées proprement dites de l'utérus; mais cet organe est susceptible de se contracter facilement sous l'influence de différents agents : chaque contraction dite spontanée est due à une cause physique ou mécanique.

» 2° L'utérus gravide est toujours plus apte à donner des contractions dites spontanées qu'un utérus non gravide, surtout sous l'influence de l'excitation thermique : sur la vache, dont une corne utérine est seule gravide, on voit, sous l'influence d'excitations semblables, cette corne se contracter plus énergiquement que la corne utérine vide du même utérus.

» 3° L'utérus d'une lapine très jeune donne parfois des contractions spontanées plus énergiques que celui d'un utérus adulte vierge.

» 4° Quand on ouvre le ventre avec précaution, dans une chambre bien chauffée, on observe rarement des contractions dites *spontanées*.

» Pour bien comprendre la raison d'être de ces phénomènes, j'ai étudié l'action des différents agents : électriques, thermiques, mécaniques et chimiques, sur l'utérus de différents animaux à divers âges.

» Quand on excite directement l'utérus ou bien la paroi inférieure, vésicale du vagin (antérieure chez la femme), du côté péritonéal, avec un de ces agents, on constate les faits suivants :

» *a*. L'action chimique sur l'utérus est parfois nulle : avec les acides chromique, nitrique, acétique, portés directement sur la paroi inférieure du vagin, on provoque très rarement des contractions de l'utérus, bien que l'excitation de cette paroi, comme je l'ai démontré (*loc. cit.*) soit particulièrement capable de déterminer les mouvements de l'utérus.

» *b*. L'action mécanique, frottement, est un des excitants les plus constants dans leur action sur l'utérus gravide ou non gravide, soit qu'il ait

conservé ses rapports normaux, soit qu'il ait été préalablement séparé de l'animal.

» *c*. Les excitants thermiques, chaleur et froid, ont une action efficace sur l'utérus de tous les animaux susdits. Le degré d'excitabilité de l'utérus par cet agent est en relation directe avec la différence entre la température de l'utérus et celle du milieu ambiant.

» Pendant la grossesse, l'excitabilité par les agents thermiques est de plus en plus marquée. J'ai pu faire expulser deux fœtus de l'utérus d'une lapine pendant la période de travail, en plongeant cet utérus dans un bain de 45°, tandis que le maximum du courant d'induction obtenu à l'aide de l'appareil à chariot n'avait pas donné de contractions suffisantes pour produire ce résultat. Un cas pareil est cité par Calliburcès [1].

» Si l'on considère, d'une part, cette différence d'excitabilité de l'utérus par les agents thermiques pendant la grossesse et dans l'état de vacuité et, d'autre part, la vive sensibilité de cet organe aux agents mécaniques, comme le frottement, on est porté à admettre que la divergence des opinions émises par les divers auteurs tient à la différence des méthodes qu'ils ont employées, et à celle des conditions dans lesquelles ils ont opéré.

» Cette action de la température explique pourquoi un utérus gravide offre souvent des contractions, dès qu'on ouvre le ventre de l'animal : plus le milieu dans lequel on opère est froid, plus les contractions deviennent fortes.

» La preuve qu'il s'agit bien ici d'une action exercée par la chaleur extérieure, c'est qu'en répétant mes expériences à Vienne, dans le laboratoire de M. Stricker, qui est très chauffé, je n'ai pas observé aussi souvent des contractions que dans le laboratoire de l'École de Médecine de Paris.

» A l'abattoir, où j'ai opéré dans la cour, par une température de 6° à 8° C., j'ai vu presque toujours des contractions des plus énergiques, et, parfois, ces contractions se renouvelaient sans cesse pendant trente minutes.

» On ne peut donc pas considérer comme démonstratives les expériences de Frommel qui, dans un travail récent, a cru pouvoir établir la réalité des contractions spontanées de l'utérus à l'état normal, en y introduisant un tube et en inscrivant, à l'aide de l'hémodynamomètre, les mouvements de l'organe. Il me paraît certain que cet expérimentateur inscrivait ainsi non

---

[1] *Comptes rendus*, t. XLV, p. 1096; 1857.

pas des contractions spontanées de l'utérus, mais des contractions provoquées par les excitations mécaniques provenant de l'action directe du tube ou du liquide employé dans ses expériences. »

ZOOLOGIE. — *Sur la formation des feuillets embryonnaires chez la Truite.* Note de M. L.-F. **Henneguy**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« La formation des feuillets embryonnaires, l'origine du système nerveux et de la corde dorsale, chez les Poissons osseux, ont été l'objet de nombreuses recherches, mais les embryogénistes sont encore loin d'être d'accord sur ce sujet. Les uns, avec Œllacher et Hoffmann, relativement aux feuillets du blastoderme, font provenir le mésoderme et l'entoderme de la couche profonde du disque germinatif, par simple différenciation de cellules; les autres, avec Kupffer, Van Bambeke, His et Klein, admettent que la couche profonde du germe constitue le mésoderme et que l'entoderme est formé par des cellules qui prennent naissance dans la couche *sous-blastodermique* de Lereboullet ou *parablaste* de Klein. Enfin Gœtte admet que le blastoderme se replie en dessous sur ses bords pour constituer la couche profonde, laquelle se subdivise ensuite en mésoderme et en entoderme.

» Quant à la formation du système nerveux central et de la corde dorsale, les opinions des auteurs ne sont pas moins partagées. Les anciens observateurs, Baer, Vogt, Lereboullet, etc., pensaient que le système nerveux des Téléostéens, comme celui des autres Vertébrés, résultait de la formation et de la fermeture d'un sillon médullaire. Kupffer montra le premier que l'axe nerveux de ces animaux se développe d'une manière spéciale et qu'il prend naissance par un simple épaississement de l'ectoderme. Œllacher admet qu'il existe dans l'axe de l'embryon, au-dessous de la *lame cornée*, un cordon axial (*Axenstrang*), dans lequel le feuillet moyen et le feuillet sensoriel ne sont pas encore différenciés; ce cordon se dédouble plus tard et donne le système nerveux central et la corde dorsale. Comme Kupffer, Gœtte fait provenir le système nerveux d'un épaississement de l'ectoderme, et la corde dorsale du mésoderme; il n'admet pas la fusion primitive de l'axe nerveux et de la corde dorsale. Calberla prétend avoir constaté que, chez le Saumon et le Syngnathe, la couche superficielle de l'ectoderme, la lame cornée, s'invagine dans l'ectoderme de manière à constituer deux lames cellulaires accolées, qui plus tard, en s'écartant, donnent naissance au canal médullaire. Calberla fait provenir la corde dorsale de

la partie profonde de l'entoderme primaire, qui se différencie plus tard en mésoderme et en entoderme secondaire. Hoffmann fait également dériver la corde dorsale de l'entoderme.

» Les recheches que j'ai faites chez la Truite m'ont conduit à des résultats qui se rapprochent beaucoup de ceux de Gœtte.

» Lorsque, aux dépens de la masse cellulaire du germe segmenté, se forme le premier rudiment embryonnaire, celui-ci apparaît comme un épaississement local du bord du disque germinatif. Les coupes montrent que la couche cellulaire, qui forme le toit de la cavité germinative, s'infléchit au pourtour du disque vers le vitellus et pénètre dans la cavité germinative; la lame cornée ne prend pas part à cette inflexion et s'arrête brusquement à la surface du vitellus. Au niveau de l'écusson embryonnaire, le blastoderme est plus épais que dans le reste de son étendue, et la portion réfléchie s'avance plus loin dans la cavité germinative que du côté opposé; l'embryon n'est alors constitué, abstraction faite de la lame cornée, qui ne prend aucune part aux premiers phénomènes du développement, que par deux feuillets seulement, l'ectoderme et l'entoderme primaire, confondus sur le bord du disque germinatif.

» A un stade plus avancé, quand l'embryon est devenu piriforme et que son extrémité postérieure fait sur le bord du disque germinatif une petite saillie (*bourgeon caudal* d'OEllacher), on constate que dans ce bourgeon les cellules présentent, suivant l'axe de l'embryon, une disposition concentrique qui a été très bien décrite par OEllacher; à ce niveau il n'y a pas de feuillets distincts. Sur une série de coupes transversales faites d'arrière en avant, à partir du bourgeon caudal, on trouve d'abord deux couches de cellules, dont la ligne de démarcation traverse le cordon axial, puis trois couches : l'une supérieure, plus épaisse au milieu que sur les bords, est l'ectoderme; l'autre inférieure est l'entoderme secondaire, la couche intermédiaire est le mésoderme. Celui-ci n'existe que sur les parties latérales de l'embryon; sur la ligne médiane, au-dessous de la portion supérieure du cordon axial constituant la première ébauche du système nerveux, se trouve la corde dorsale, formée par la partie inférieure du cordon axial, qui s'est différenciée de l'entoderme primaire en même temps que le mésoderme. Enfin les coupes passant par la partie la plus antérieure de l'embryon ne présentent que deux couches, l'ectoderme et l'entoderme primaire. Il est à remarquer que, sur toute la longueur de l'axe embryonnaire, on trouve la disposition concentrique des cellules du cordon axial, mais que celui-ci, en avant du bourgeon caudal, est séparé en deux moitiés par la ligne de démarcation des feuillets.

» Les coupes longitudinales d'un embryon du même stade montrent que tout le bourgeon caudal est constitué par une masse de cellules non différenciées. En avant du bourgeon, on distingue deux, puis trois feuillets. L'ectoderme augmente d'épaisseur d'arrière en avant et s'amincit assez brusquement à l'extrémité antérieure de l'embryon. Le mésoderme, la corde dorsale et l'entoderme secondaire n'existent que jusque vers la région moyenne de l'embryon, et se confondent en avant avec l'entoderme primaire. C'est au point où se différencient les trois feuillets, en avant du bourgeon caudal, qu'apparaît dans l'entoderme secondaire la vésicule dont j'ai fait connaître l'existence ([1]), et dont j'exposerai prochainement l'évolution.

» Il résulte de ces faits que le système nerveux central se développe bien aux dépens de l'ectoderme, et que la lame cornée ne prend aucune part à sa formation; dès son apparition il est nettement séparé de la corde dorsale : celle-ci, ainsi que le mésoderme, se différencie simultanément aux dépens de l'entoderme primaire.

» L'axe nerveux, constitué d'abord par un cordon plein, présente plus tard un canal médullaire central. Schapringer, Weil et Calberla pensent que ce canal résulte d'un écartement des cellules; Œllacher croit qu'il prend naissance par suite d'une liquéfaction des cellules centrales de la moelle. Mes recherches confirment celles des trois premiers observateurs. Lorsque le canal ou plutôt la fente médullaire va se former, on voit les cellules centrales présenter des figures karyokinésiques et se diviser; les cellules filles s'écartent et laissent entre elles un espace linéaire qui est l'origine du canal médullaire. Les cellules en voie de division sont beaucoup plus délicates que les autres et sont souvent détruites par les réactifs, entre autres par l'acide chromique; c'est ce qui explique l'erreur d'Œllacher qui a cru voir des cellules en voie de destruction dans l'axe du cordon nerveux ([2]). »

ZOOLOGIE. — *Remarques à l'occasion des Communications de M.* Lichtenstein *sur les Pucerons.* Note de M. **Balbiani.**

« Dans sa Note, insérée aux *Comptes rendus* du 4 décembre, comme dans plusieurs de ses Communications antérieures à l'Académie, M. Lichtenstein

([1]) *Bulletin de la Société philomathique*, 1880.

([2]) Ce travail a été fait dans le Laboratoire d'Embryogénie comparée du Collège de France.

fait des allusions, tantôt directes, tantôt détournées, au désaccord existant entre lui et moi au sujet de ses théories sur les Pucerons. Je prie l'Académie de me permettre de replacer le différend dans son véritable jour.

» M. Lichtenstein a d'abord fait une théorie sur la biologie des Pucerons, consistant à admettre que ces Insectes accomplissent le cycle de leur existence sur deux plantes d'espèce quelquefois très différente, par exemple, sur les feuilles de l'Ormeau et les racines du Chiendent. C'est chez le *Phylloxera vastatrix* qu'il crut avoir observé pour la première fois ces migrations alternatives d'un végétal à l'autre. Il supposa qu'après avoir vécu d'abord à l'état de pondeuses aptères sur les racines de la vigne, le Phylloxera émigrait, sous la forme ailée, sur les chênes kermès (*Quercus coccifera*) des garigues du Midi et y déposait ses descendants sexués, dont la progéniture reviendrait à la vigne pour recommencer indéfiniment le même cycle de migration.

» A l'époque où M. Lichtenstein publia ses observations (1874), j'étais à Montpellier et en mesure de les contrôler immédiatement. Une visite aux garigues des environs me mit presque aussitôt en présence des émigrants de M. Lichtenstein et suffit à me convaincre que cet observateur avait été la dupe d'une ressemblance de formes; qu'il avait confondu deux espèces absolument différentes de Phylloxeras, et, comme celle du chêne kermès était nouvelle, j'eus le plaisir de la lui dédier, car c'était lui qui, en réalité, l'avait découverte (*voir* ma Note aux *Comptes rendus* du 14 septembre 1874).

» Cette observation eut un double résultat : le premier, immédiat, fut de montrer l'inutilité de la destruction par le feu des garigues de Montpellier, que M. Lichtenstein réclamait déjà dans les feuilles publiques comme moyen de préserver les vignobles du pays (*Messager du Midi* du 3 septembre 1874) [1]. Le second résultat fut de me rendre très sceptique à l'égard de toutes les histoires de semblables migrations des Pucerons, que M. Lichtenstein a racontées depuis dans les *Comptes rendus*, et presque tous les Recueils entomologiques de l'Europe, car s'il avait pu commettre une première erreur, en mêlant l'histoire de deux Pucerons différents, rien ne me garantissait qu'il ne retomberait pas de nouveau dans une méprise semblable. D'autre part, l'observation, suivie pendant plu-

---

(1) Cette mesure n'eût pas sauvé la vigne; elle n'aurait eu d'autre résultat que de rendre encore plus triste l'aspect des campagnes méridionales après que le Phylloxera eut achevé son œuvre de dévastation.

sieurs années, que j'avais pu faire de deux des espèces les plus communes de ce groupe, le Phylloxera de la vigne et le Phylloxera du chêne des environs de Paris, m'avait toujours montré l'insecte passant son existence tout entière sur la même espèce de plante et souvent sur un même pied de cette plante ([1]).

» M. Lichtenstein cite, en confirmation de ses théories, les observations de Targioni-Tozzetti, Kessler, Horvath, Buckton, Riley et Monell ([2]). Il faut rabattre au moins quelques noms de cette liste. Ainsi, Riley et Monell (1879) ne parlent, dans leurs observations sur les Pemphigiens des Ormes américains, que du passage de ces Pucerons des galles des feuilles aux écorces de ces mêmes arbres; ils suspectent fort ce que dit M. Lichtenstein de leur migration sur les racines des Graminées. Kessler (1880) admet comme une simple hypothèse la migration de la première génération ailée des Aphidiens de l'Ormeau sur une plante inconnue. Seul, M. Targioni-Tozzetti (1876) dit avoir observé chez le *Phylloxera florentina* une migration dans le sens de M. Lichtenstein, l'insecte passant du *Quercus ilex* sur le *Q. sessiliflora*. M. Lichtenstein paraît aussi trop disposé à interpréter en faveur de son hypothèse ces faits connus depuis longtemps de migrations en masse de certains Pucerons, tels que ceux rapportés par Morren sur l'*Aphis persicæ*, par Hogg sur l'*A. rumicis*, par Doué sur des Pucerons verts qui, en 1874, se sont abattus sur Paris et les environs en si grande quantité que « toute la surface de la cour du Collège Louis-le-Grand était transformée en un beau tapis vert » (*Bull. de la Soc. entomol. de France*, 2e série, t. V, 1874, p. LXXV). Quoi qu'il en soit des faits invoqués par M. Lichtenstein à l'appui de ses théories biologiques, tout ce que je maintiens contre lui, c'est qu'elles ne se vérifient pas pour les espèces tout au moins d'Aphidiens dont les mœurs nous sont le mieux connues, et que personne jusqu'ici, à ma connaissance, n'est venu les soutenir à l'égard de ces espèces.

» M. Lichtenstein est aussi l'auteur d'une autre théorie relative à la reproduction des Phylloxeras, théorie contre laquelle je me suis déjà élevé plusieurs fois devant l'Académie. Pour lui, les femelles aptères sont des

([1]) Plus tard, M. Lichtenstein a prétendu que l'espèce du *Chêne kermès* n'était autre que le *Phylloxera quercus* de Boyer de Fonscolombe, émigré du chêne blanc sur cet arbuste. J'ai montré que cette hypothèse était tout aussi insoutenable que la première (*Comptes rendus*, 16 octobre 1876).

([2]) Et non Riley à Mounell, comme on lit par erreur dans les *Comptes rendus* du 4 décembre, où l'on a imprimé aussi *Quercus conifera* pour *coccifera*.

pseudogynes bourgeonnantes, leurs œufs sont des *bourgeons,* l'ailé est une *pseudogyne pupifère* mettant au monde, non des œufs, mais des *pupes* toutes formées, etc. Par ces appellations, M. Lichtenstein ne se propose rien de moins que de substituer une théorie génésique toute nouvelle aux idées universellement reçues de la parthénogénèse des Phylloxeras [1]. Les zoologistes ont déjà apprécié comme il convient la valeur de cette tentative [2] ».

GÉOLOGIE. — *Note orographique sur la région du Jura comprise entre Genève et Poligny;* par M. **Bourgeat**, présentée par M. Daubrée.

« La partie du Jura dont je m'occupe ici a la forme d'un parallélogramme allongé comprenant, d'une part, la haute chaîne de la Faucille; de l'autre, les affleurements keupériens de Salins, de Poligny et de Lons-le-Saulnier. Elle présente dans la succession de ses sédiments la disposition que voici :

» De la plaine triasique de Poligny aux abrupts qui limitent à l'orient la vallée de l'Ain, on rencontre successivement, venant mourir en biseau vers l'ouest, la plupart des étages compris entre le trias et le miocène. Au delà de la Combe-d'Ain, l'épaisseur des couches supratriasiques est sensiblement uniforme ; en sorte qu'elles figurent assez, dans leur ensemble, une hache couchée, dont le tranchant serait tourné vers la France, et la tête en regard de la Suisse. Plusieurs géologues ont cru que cet amincissement des sédiments vers le nord-ouest était dû à l'érosion; je crois qu'il n'en est pas ainsi, et je me propose d'en donner ailleurs la preuve.

» Les observations orographiques que j'y ai faites pendant trois années peuvent se résumer dans les propositions suivantes. On verra que les deux premières ne sont que la confirmation des travaux de Thurmann et de Pidancet; les autres me paraissent inédites.

» 1° Comme le Jura bernois et le Jura bisontin, cette partie du Jura présente deux espèces d'accidents orographiques, les soulèvements en voûte et les failles. Les soulèvements en voûte affectent principalement les régions élevées; ils sont sensiblement parallèles entre eux. Les failles affectent de préférence les régions basses ; elles sont aussi parallèles entre elles.

---

(1) Voir mon *Mémoire sur la reproduction du Phylloxera du chêne*, dans les *Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences,* t. XXII, n° 14, 1874.

(2) Bertkau, *Bericht über die wissenschaftl. Leist. im Gebiete der Arthropoden* (*Archiv für Naturgeschichte*, XXXV Jahrg. 2. Bd. 1879).

» 2° Généralement, dans les soulèvements en voûte, l'abrupt est en regard de la France. Généralement aussi, dans les failles, la dénivellation est telle, que c'est la lèvre tournée vers l'ouest qui est portée le plus haut.

» 3° Un examen attentif apprend que les soulèvements en voûte se trouvent dans la zone où l'épaisseur des sédiments supratriasiques est sensiblement uniforme, c'est-à-dire, au levant de la Combe-d'Ain; et que les failles se montrent surtout à partir de la ligne où l'épaisseur de ces mêmes sédiments s'atténue.

» Les soulèvements en voûte sont sensiblement équidistants; les failles sont d'autant plus rapprochées que l'ensemble des sédiments supratriasiques est moins épais, et leur distance décroît avec l'épaisseur de ces sédiments.

5° Dans la région qui nous occupe, j'ai compté cinq grands soulèvements en voûte, commençant par la Faucille et distants l'un de l'autre de 5^{km} à peu près, sur cette largeur de 25^{km} de la partie de la chaîne que nous considérons.

» Le nombre des grandes failles que j'ai bien constatées est de sept, dont trois à l'orient de Poligny et quatre sur la lisière des formations tertiaires de la Bresse. Elles se succèdent sur une largeur d'environ 30^{km}, à des distances représentées par les nombres 13 — 6,4 — 3 — 2,1 — 0,5. A l'ouest de chacun des soulèvements en voûte, ainsi que sur la plus orientale des failles, il se présente des renversements de couches figurant, comme M. Lory l'a fait remarquer dans le voisinage de Besançon, des V ouverts à l'ouest. Aux points où cette particularité fait défaut, les sédiments se sont en partie brisés, et les assises supérieures disjointes ont glissé vers la France et se sont plissées en zigzag sur couches inférieures non rompues.

» 6° Nulle part dans cette région on ne voit les failles former obstacle au développement des soulèvements en voûte, ainsi que Pidancet avait cru le remarquer dans le Jura bisontin. Les soulèvements en voûte leur sont sensiblement parallèles. Ils se brisent parfois pour donner des failles, comme celles-ci prennent en certains points les caractères des soulèvements en voûte.

» 7° Les failles et les soulèvements en voûte sont coupés sous un angle d'environ 62° par des cassures transversales, à peu près équidistantes, dont la direction est celle des principales cluses du Jura, et qui font subir aux tronçons interceptés une déviation horizontale très sensible. Ces cassures, à leur tour, subissent l'influence des failles et des soulèvements en voûte et éprouvent de leur part des rejets analogues. J'ai compté cinq grandes

cassures de ce genre sur une largeur d'environ 35^{km}. La plus orientale est celle de Salins à Saint-Cergues, qui suit la ligne même du système du Viso.

» Toutes ces particularités me semblent si contraires à l'hypothèse des impulsions verticales, que je crois devoir les attribuer à un refoulement latéral, venu de l'est et accompagné de torsion, conformément aux expériences de M. Daubrée.

» De plus, comme on les observe jusque dans la mollasse, c'est après le dépôt de ce terrain que le Jura a dû subir sa dernière impulsion. Il serait dès lors très probable, ainsi que plusieurs géologues l'ont supposé, que les accidents de cette chaîne se rattachassent à l'apparition des Alpes centrales, comme un contre-coup de l'action dynamique à laquelle elles doivent leur relief. »

M. **A. Trève** adresse, par l'entremise de M. Desains, une Note portant pour titre « Sur un phénomène de mécanique moléculaire ».

Le phénomène dont il s'agit est celui qui se produit dans l'expérience classique, qui consiste à prendre une série de billes d'ivoire, suspendues à un support commun, placées en ligne droite au contact les unes des autres, et à écarter la première de ces billes d'un certain angle, pour la laisser retomber sur le système des autres billes : la bille qui avait été écartée retombe au repos, et toutes les billes suivantes demeurent immobiles, à l'exception de la dernière, qui se met en mouvement avec une vitesse égale à celle que possédait la première bille au moment du choc.

M. Trève complète cette expérience, en couvrant d'une limaille métallique la partie supérieure de chacune des billes de la série : la limaille est projetée dans le sens même du choc. Mais on remarque, en outre, qu'il n'y a pas projection de toute la limaille accumulée autour du point de suspension de chaque bille : si le choc a été produit de gauche à droite, par exemple, c'est seulement la limaille placée sur la moitié droite des diverses billes intermédiaires qui est mise en mouvement. Pour la dernière bille de la série, la limaille est projetée du côté opposé au sens du choc.

D'après l'auteur, ces divers effets devraient être attribués à ce que l'éther interposé entre les molécules matérielles est comprimé dans le sens du choc qui a été produit, et entraîne avec lui les molécules matérielles de chaque bille : au moment de la décompression, l'éther et les molécules matérielles reviennent ensemble à leurs positions primitives.

M. **Al.-Gr. Bell** adresse, en épreuves, le Mémoire qu'il a présenté à l'Association américaine pour l'avancement des sciences, au meeting de Montréal, au mois d'août 1882, « Sur les expériences électriques pour déterminer la position occupée par la balle, dans le corps de feu le Président Garfield, et sur les indications précises fournies par la balance d'induction, pour découvrir, sans douleur, des masses métalliques dans le corps humain ».

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 11 décembre 1882.

Connaissance des Temps ou des mouvements célestes, à l'usage des astronomes et des navigateurs, pour l'an 1884, publiée par le Bureau des Longitudes. Paris, Gauthier-Villars, 1882; in-8°. (Présenté par M. Faye.)

Encyclopédie internationale de Chirurgie, publiée sous la direction du Dr John Ashurst; I: *Pathologie chirurgicale générale. Maladies chirurgicales infectieuses et virulentes.* Ouvrage précédé d'une introduction par M. L. Gosselin. Paris, J.-B. Baillière, 1883; in-8°.

L'hiver à Cannes et au Cannet; par A. Buttura. Paris, J.-B. Baillière, 1883; in-8° relié. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Traité de Géologie; par A. de Lapparent; fascicules VII et VIII (fin). Paris, F. Savy, 1883; in-8°.

Statistique intellectuelle et morale du département de l'Aube; par A. Thévenot. Paris, H. Menu; Troyes, L. Lacroix, 1882; 1 vol. in-8°, avec supplément. (Renvoyé au Concours de Statistique de l'année 1883.)

Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de Moscou; année 1881, n° 4; année 1882, n° 1 : *Table générale et systématique des matières contenues dans les premiers* 56 *volumes* (*années* 1829-1881). Moscou, A. Lang, 1882; 3 livr. in-8°.

Misure di alcune principale stelle doppie di rapido movimenti orbitate; da G.-V. Schiaparelli. Milan, A. Lombardi, 1882; br. in-8°.

PIANA-BALLOTTA. *Progetto premiato al concorso del nuovo ospedale di Lugo in Romagna*, pubblicato a cura della Commissione cassa-fabbrica. Bologna, N. Zanichelli, 1882; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

R. Scuola d'applicazione per gl'Ingegneri in Roma. Misure di velocita nel Tevere. Memoria dell' Ing. ILD. NAZZANI. Roma, tip. et lithogr. del Génie civile, 1882; in-8°.

Anales del Instituto y Observatorio de Marina de San Fernando; seccion 2: *Observaciones meteorologicas, ano* 1879-1881. San Fernando, Don José Maria Gay y Bru, 1880-1882; 2 vol. in-f°.

Den norske Nordhars-expedition 1876-1878; V et VII: *Zoologi, Holothurioidea-Anelida.* Christiania, 1882; 2 livr. grand in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 18 DÉCEMBRE 1882.

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844; t. XXV (nouvelle série). Paris, Impr. nationale, 1882; in-4°.

Cours d'Astronomie de l'École Polytechnique; par H. FAYE. Deuxième Partie. Paris, Gauthier-Villars, 1883; in-8°.

Traité des voies urinaires; par L. VOILLEMIER et A. LE DENTU. II. *Maladies de la prostate et de la vessie.* Paris, G. Masson, 1881; in-8°. (Présenté par M. Vulpian pour le Concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Les Ombellifères en général et les espèces usitées en pharmacie en particulier; par L. COURCHET. Paris, F. Savy, 1882; in-4°.

Traité des impressions photographiques; par A. POITEVIN, suivi d'Appendices par M. L. VIDAL. 2e édition. Paris, Gauthier-Villars, 1883; in-12.

De l'action du froid sur les végétaux pendant l'hiver 1879-1880; *par* M. CH. BALTET. Paris, G. Masson, 1882; in-8°.

Annales de la Société académique de Nantes et du département de la Loire-Inférieure; 1882, 1er semestre. Nantes, impr. de Mme Vve Mellinet, 1882; in-8°.

Physique du globe et Météorologie populaire; par ALF. DE VAULABELLE. Paris, G. Chamerot, 1883; in-8°.

L'attraction universelle de Newton et saint Thomas d'Aquin; par dom MAYEUL LAMEY. Paris, impr. Vignancour, 1882; br. in-8°. (Extrait de la *Ruche catholique.*)

Constitution médicale de Cannes pendant l'année 1881-82 *et Note sur la fièvre typhoïde; par* le Dr BERNARD, de Cannes. Cannes, impr. L. Vincent, 1882; br. in-8°.

Etudes agricoles sur l'ancienne Rome; par E. GILBERT. Toulouse, impr. Vialelle, 1882; br. in-8°.

Mémoire sur la portée des sons et sur les caractères à attribuer aux signaux sonores; par M. E. ALLARD. Paris, Impr. nationale, 1882; in-4°. (Deux exemplaires.)

Galileo Galilei e lo studio di Padova; per ANT. FAVARO. Firenze, Lemonnier, 1883; 2 vol. in-8°.

Schriften der Universität zu Kiel aus dem Jahre 1880-81; Band XXVII. Kiel, C.-F. Mohr, 1881; in-4°.

First annual Report of the Bureau of Ethnology to the secretary of the Smithsonian Institution, 1879-80; *by* J.-W. POWELL, director. Washington, government printing office, 1881; grand in-8° relié.

Bidrag un Kannedom af Finlands natur och folk, utgifna af finska Vetenskaps-Societeten; Häftet XXXV et XXXVI. Helsingfors, 1881; 2 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 21 août 1882.)

Page 361, ligne 7, deuxième formule (7), *au lieu de* $\int_0^{a_1} \psi_1 x$, *lisez* $\int_0^{a_1} X_1 \psi_1 x$; *au lieu de* $\int_{a_1}^{a} \psi_2 x$, *lisez* $\int_{a_1}^{a} X_2 \psi_2 x$.

Page 362, ligne 7, première formule (13), *au lieu du* dénominateur $\sin m + \frac{P_2 \sin m}{P_1}$, *lisez* $m\left(\sin m + \frac{P_1}{P_2 \sin m}\right)$.

(Séance du 4 décembre 1882.)

Page 1085, tableau, ligne correspondant à T. M. de Paris $17^h 52^m 39^s,1$, effacer le n° 62 et le remonter à la ligne $17^h 46^m 46^s,4$, colonne Ng (et non pas colonne SP comme il a été indiqué à l'errata de la page 1244).

Page 1144, ligne 17, *au lieu de* lieu, *lisez* lien.

(Séance du 11 décembre 1882.)

Page 1220, ligne 9 en remontant, *au lieu de* relative au transport de la force, *lisez* relative aux moteurs électriques.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 26 DÉCEMBRE 1882.

PRÉSIDENCE DE M. JAMIN.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Observation du passage de Vénus à l'Observatoire de la Marine de Toulon.* Note de M. **Mouchez.**

« M. Rozet, lieutenant de vaisseau, Directeur de l'Observatoire de la Marine, à Toulon, a observé l'entrée de Vénus sur le Soleil avec une lunette astronomique de $0^{m},08$ d'ouverture, et un oculaire grossissant 100 fois.

» L'heure approchée du premier contact est $2^{h}21^{m}38^{s}$, observation très douteuse.

» Le second contact a présenté le phénomène de la goutte noire, très accentué.

» L'heure où les bords ont paru tangents est $2^{h}42^{m}20^{s}$; celle où a eu lieu la rupture subite de la goutte noire, $2^{h}44^{m}6^{s}$.

» Vénus paraissait entourée d'une pâle auréole. L'heure est donnée en temps moyen du lieu.

» La position géographique de l'Observatoire est : latitude Nord, $43°7'22''$; longitude Est, $14^{m}20^{s},8$.

» Thermomètre $+10°$. Baromètre ramené à zéro et au niveau de la mer, 746,1. »

ASTRONOMIE. — *Sur deux objections de M. le Professeur* Young, de New-Jersey, *à la théorie cyclonique des taches du Soleil;* par M. Faye.

« Dans la *Popular Astronomy* de M. Simon Newcomb, M. Young, dont on connaît les beaux travaux de spectroscopie solaire, apprécie comme il suit cette théorie :

« La théorie de M. Faye me paraît, pour l'ensemble, la plus raisonnable » de toutes celles qui ont été proposées; mais il est difficile de la concilier » avec le manque de traces visibles de rotation dans la plupart des taches. »

» Tout récemment, dans un livre sur le Soleil que vient de publier la Bibliothèque internationale de M. Alglave, M. Young reproduit cette objection, et signale une seconde difficulté qui lui paraît encore plus décisive. La voici :

» On sait que les zones successives de la photosphère n'ont pas même vitesse angulaire. C'est à ces différences de vitesse que j'attribue la formation des cyclones solaires, c'est-à-dire des taches. Or M. Young, en se servant de la formule que j'ai donnée moi-même pour la vitesse diurne à une latitude héliocentrique quelconque représentée par l, à savoir

$$862' - 186' \sin^2 l,$$

trouve que la variation de $l = 20°$ à $l = 20° 1'$ n'est que de $4 \frac{1}{6}$ milles par jour, bien que la distance des deux parallèles soit de 123 milles [1]. Cela lui paraît bien peu pour engendrer des cyclones dans le Soleil.

» Je comprends ces objections, bien que je crusse les avoir prévenues. Qui dit cyclone ici-bas pense à des tourbillonnements violents; on imagine donc que, si les taches du Soleil sont des cyclones, les bords doivent en être violemment déchirés, entraînés; l'ensemble doit tourner rapidement autour du centre; les filaments lumineux de la pénombre doivent être contournés en spires, etc. S'il en devait être ainsi, j'avouerais, tout le premier, que l'aspect des taches n'est guère cyclonique, et qu'une vitesse

---

[1] La différence de vitesse linéaire, due à ce mode de rotation sur des parallèles voisins ayant l et l' de latitude, est, d'après ma formule,

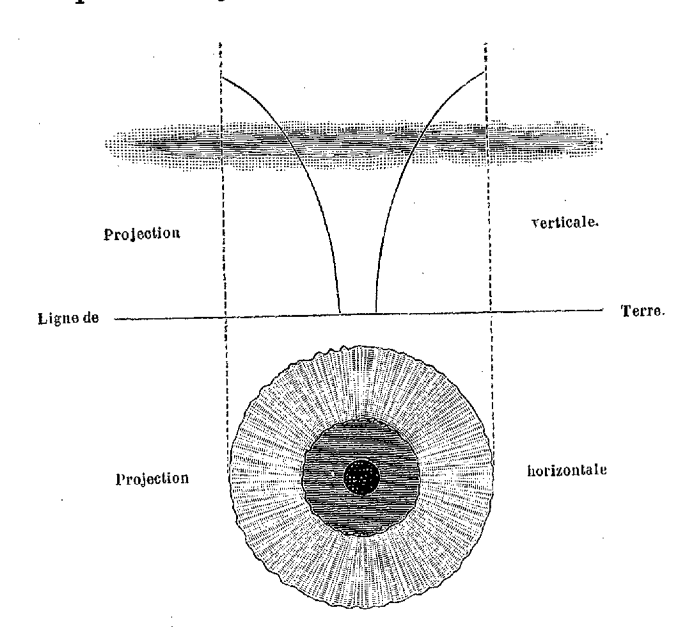
$$\frac{186'}{3438'} \sin(l + l') \sin(l' - l) \cos \frac{1}{2}(l + l') \times 431740,$$

le dernier nombre étant le rayon du Soleil en milles anglais. Si l'on fait $l = 20°$, $l' = 20° 1'$, on trouve effectivement 4,1 milles.

de 4,1 milles pour un rayon de 123, ne donnant lieu aux bords d'une gyration qu'à un mouvement angulaire de 2° au plus par jour, ne répond pas du tout à cette attente.

» Mais j'espère que M. Young sera frappé de la simple remarque que je vais lui faire à ce sujet.

» Le dessin que voici représente dans sa partie supérieure la projection



d'un tornado terrestre. La partie inférieure représente une tache régulière du Soleil avec le bord déchiqueté de la photosphère, la pénombre grisâtre, le noyau obscur et le trou entièrement noir découvert par le Rév. Dawes. Sauf quelques détails, plutôt physiques que géométriques, ce sont les deux projections horizontale et verticale d'un seul et même objet, à savoir un tourbillon à axe vertical ([1]). Nous voyons les tourbillons ter-

---

([1]) Je ne connais rien de plus frappant que cette simple identification géométrique de deux phénomènes en apparence si différents : les taches du Soleil et les cyclones terrestrest Comme le noyau du cyclone solaire est noir, les matériaux qui s'y meuvent sont froids; par suite, dans les taches, le mouvement tourbillonnaire à axe vertical est descendant. E. comme la Mécanique terrestre ne doit pas différer de la Mécanique solaire, le mouvement tourbillonnaire à axe vertical est descendant dans les cyclones terrestres, conclusion que j'ai vérifiée longuement sur nos cyclones, typhons, tornados et trombes, et qui m'a conduit à réformer toute la Météorologie dynamique (*Annuaire du Bureau des Longitudes*, 1875 et 1877).

restres sous le premier aspect, tout près de leur pied, tout en bas, là où le tournoiement est presque foudroyant; l'embouchure supérieure est masquée par les nuages. Nous voyons, au contraire, les tourbillons solaires d'en haut, sous le second aspect, en projection plate sur la surface du Soleil; et c'est le bord de la vaste embouchure supérieure qui seul frappe nos yeux. Là, tout au contraire du bas, que nous ne voyons pas sur le Soleil, le tournoiement périphérique est d'une lenteur majestueuse.

» Et ce que nous voyons sur le Soleil nous le verrions aussi sur la Terre, si nous pouvions nous élever bien au-dessus de sa surface et contempler de haut un cyclone en projection horizontale, un tornado en pleine action, opérant une vaste ouverture évasée au sein d'un courant aérien chargé de cirrhus. Si nous étions assez loin, nous ne verrions sur les bords presque aucune rotation, ou du moins il faudrait un temps assez long pour que celle-ci devînt très prononcée. Quant au centre obscur du cyclone, nous ne verrions rien de l'énorme tournoiement qui s'y opère.

» Une loi de la mécanique des fluides, presque la seule qui ait trait aux gyrations, nous apprend que la vitesse angulaire, dans un tourbillon bien établi, varie d'un point à l'autre en raison inverse du carré de la distance à l'axe. D'après cela, si vous considérez une trombe ayant en bas quelques mètres de diamètre, et en haut, au-dessus des nuages qui nous en masquent l'entonnoir, une ouverture cent fois plus grande, vous ne trouverez en haut, sur les bords, qu'une gyration dix mille fois plus lente et relativement imperceptible. De même un cyclone, un typhon, dont l'extrême bord inférieur présentera une gyration de 180° par jour, bien capable de souffler en tempête commençante, n'aura plus, à l'extrême bord supérieur, de diamètre décuple, je suppose, qu'une gyration de moins de 2°.

» Eh bien, la différence de 4,1 milles, que M. Young trouve entre les vitesses de deux points de la photosphère distants de 123 milles, répond précisément à une vitesse angulaire de 2° par jour sur les bords de cette embouchure de 123 milles de rayon, ce qui n'empêchera pas qu'à une profondeur suffisante, où le diamètre de cet imperceptible pore solaire aura été réduit à 1 mille, par exemple, la gyration sera de 30 000°.

» Cette lenteur de la gyration sur les bords du vaste entonnoir des taches, même en le prolongeant encore au-dessus dans la chromosphère, explique donc parfaitement le mécompte des observateurs qui se plaignent de n'en trouver que bien rarement des traces. Ils ne pourraient les observer que sur les bords, car au milieu, où la gyration s'accélère, il n'y a plus que des gaz obscurs et froids qui se précipitent en convergeant vers le trou

noir de Dawes, découverte qui répond admirablement à l'étranglement le plus marqué de l'entonnoir de nos tourbillons aériens.

» Si les nuages lumineux détachés du bord pouvaient continuer à briller dans ce milieu froid, on les verrait certainement suivre ces courants en forme de spirales descendantes. Mais ils s'éteignent bien vite dans l'hydrogène froid qui afflue d'en haut, et tombent tout aussitôt non loin des bords. Quant à la pénombre, ce serait en vain qu'on y chercherait des traces de gyration. Elle ne fait pas plus partie du tourbillon que la gaine nuageuse qui enveloppe nos trombes et nos tornados, et qui en dessine les contours à nos yeux. Elle est formée de nuages lumineux semblables à ceux de la photosphère, mais beaucoup plus rares. Ils se forment (sous une inclinaison notable) dans l'espace tranquille situé au-dessous de l'entonnoir, à la faveur de l'abaissement local de température, et cette pénombre s'interrompt brusquement, en limitant irrégulièrement le noyau proprement dit, parce que, plus près de l'axe, les courants ascendants de vapeurs qui donnent naissance à ces nuages sont rejetés de côté par les gaz qui s'échappent, en remontant, du bout inférieur du cyclone. Le mouvement gyratoire n'entame cette gaine qu'en cas de segmentation. Alors les filets lumineux qui la composent sont tordus *localement* en sens divers, comme on le voit dans les beaux dessins de M. Langley.

» C'est ainsi, et il faut insister là-dessus, que la gaine nuageuse des trombes et tornados ne porte pas non plus, en général, des traces de la gyration violente qu'elle enveloppe. Cela est si vrai que des météorologistes justement célèbres ont longtemps nié la gyration interne des tornados, parce qu'ils n'en voyaient pas de marque sur leurs contours. Il a fallu, pour les convaincre, chercher ces traces sur le sol, en relevant la direction des arbres renversés ou des débris de nos maisons. J'ai dû moi-même soutenir une discussion à ce sujet devant l'Académie.

» Voici donc, résumée en deux courtes phrases, ma réponse aux objections, d'ailleurs si plausibles à première vue, de M. Young :

» 1° L'inégalité de vitesse (dont ma formule ne donne qu'une valeur moyenne, déjà affaiblie par la présence des taches) entre les filets parallèles des courants de la photosphère, et sans doute aussi de la chromosphère, est largement suffisante pour faire naître sur le Soleil des tourbillons de tout calibre, depuis les plus grandes taches dans lesquelles le globe terrestre se trouverait bien à l'aise, jusqu'aux pores à peine visibles.

» 2° Si l'on ne voit pas, en général, de traces de tourbillonnement au bord des taches, cela tient à la lenteur de la gyration sur ces bords. On

n'en trouverait pas davantage dans nos cyclones, vus d'en haut, sur les bords de leur embouchure évasée.

» Mais, à défaut de ces indices que vise M. Young et qu'on ne rencontre guère, parce qu'en effet ils doivent manquer généralement, il est facile d'en observer d'autres, non pas accidentellement, mais toujours, et sur chaque tache qui vient à se former, indices parfaitement significatifs, que j'ai signalés il y a longtemps et que je vais simplement énumérer. Ce sont les caractères distinctifs de tout mouvement gyratoire : on les retrouve tous sur le Soleil aussi bien que dans notre atmosphère.

» 1° La forme circulaire qu'affectent toutes les taches dans la première partie de leur existence.

» 2° La forme conique extrêmement évasée de leur embouchure.

» 3° Le fort étranglement que cette forme subit à un niveau plus bas et qui est si bien manifestée par le trou noir de Dawes.

» 4° Leur tendance à grandir, tout en conservant à peu près leur forme circulaire.

» 5° Leur tendance à se segmenter à partir d'un certain degré de développement, c'est-à-dire à se décomposer en taches partielles qui deviennent à leur tour, dès qu'elles se sont isolées, dès qu'une bande étroite de photosphère a pu s'établir entre elles par les courants ascendants de l'intérieur, des taches complètes avec pénombre, noyau et trou noir de Dawes plus ou moins excentrique. Ce phénomène est si fréquent et si frappant pour nos cyclones que les météorologistes viennent d'adopter ce même mot de *segmentation* pour le désigner.

» 6° Leur marche régulière qui consiste à suivre le fil du courant où elles ont pris naissance.

» 5° Leur longue durée, comparable, mais parfois bien supérieure à celle de nos cyclones, lesquels subsistent pourtant des semaines entières en parcourant sur notre globe leurs immenses trajectoires. Cette longue durée n'est compatible qu'avec une gyration autour d'un axe vertical.

» 6° Leur mode de disparition. Il dérive de leur action mécanique. Cette action a pour résultat d'absorber les inégalités de vitesse des courants superficiels et de les transporter en bas en leur faisant exécuter un travail particulier où elles disparaissent. Quand, par cette action même, un régime plus uniforme s'est établi momentanément dans un cours d'eau ou de gaz, le tourbillon cesse d'être alimenté; il se rétrécit rapidement et disparaît.

» 7° La réapparition, autour des taches (ou des pores), de l'hydrogène

qui a été engouffré par elles et qui, abandonné à une certaine profondeur, remonte rapidement autour du tourbillon jusqu'au point de départ, et le dépasse même en vertu de la vitesse acquise. De là la production des facules, l'apparition des protubérances éruptives et la merveilleuse circulation verticale de l'hydrogène qui va incessamment de la chromosphère aux couches sous-jacentes et *vice versa*. C'est là le seul phénomène qui soit exclusivement propre aux tourbillons solaires ([1]).

» J'ai prouvé, et les météorologistes commencent à croire que les gyrations terrestres persistantes à axe vertical prennent naissance dans les courants supérieurs de notre atmosphère; ils descendent de là jusqu'au sol sur lequel ils épuisent la force vive qu'ils ont ramassée en haut et qu'ils transmettent en bas en la concentrant. Il est intéressant de retrouver sur le Soleil cette loi de la Mécanique terrestre jusque dans les moindres détails. L'identité ainsi constatée des taches du Soleil avec nos cyclones fournit la clef de ces mystérieux phénomènes, et comme, en passant de la Terre au Soleil, on voit successivement ces phénomènes en projection sur un plan vertical, puis sur un plan horizontal, on est en état de se former une idée plus complète des uns et des autres. Une seule projection ne suffirait pas. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Théorie de la résistance des étoffes tissées à l'extension;* par M. **Tresca**.

« On sait que les tiges homogènes, soumises à des efforts de traction de plus en plus grands, donnent d'abord lieu à des allongements proportionnels aux charges, jusqu'à la limite d'élasticité, puis à des allongements qui croissent plus rapidement que les charges.

» Cette loi générale ne paraissait admettre aucune exception lorsque, dans des expériences assez nombreuses, faites sur des courroies de diverses natures, en cuir ou en tissu, nous avons reconnu que, pendant la période d'élasticité, et même au delà, les allongements croissaient, à partir des premiers efforts, suivant une loi qui présentait, dans les divers cas des essais, une grande similitude, et suivant laquelle les allongements croîtraient toujours

---

([1]) L'air qui sort au bas de nos tourbillons et qui remonte tumultueusement autour de leur pied ne s'élève pas bien haut, à moins qu'il ne s'agisse de trombes *sèches*, dans les ouragans de poussière ou de sable.

moins rapidement que les charges. Quelques-unes de ces courroies étaient formées d'un tissu de coton recouvert de caoutchouc ou de gutta-percha, et le tissu lui-même, qui en formait l'âme, étant essayé séparément, dénotait encore la même propriété, qui dès lors ne pouvait être attribuée qu'au mode d'enchevêtrement des fils de trame et de chaîne.

» Voici d'abord les résultats directs des expériences faites sur deux genres des tissus dont il vient d'être question. Chacun d'eux était plié, sur toute sa largeur, en sept doubles cousus ensemble, de manière à former une sorte de courroie de $0^m,14$ à $0^m,15$, et de $2^m,50$ de longueur, dont les allongements ont été mesurés entre deux repères tracés parallèlement, vers les deux extrémités, et distants l'un de l'autre de 2^m seulement.

	Tissu A.		Tissu B.	
Charges f en kilogr.	Allongements i par mètre.	Allongements par mètre et par 100^{kg}.	Allongements i par mètre.	Allongements par mètre et par 100^{kg}.
100.......	0,059	0,059	»	»
150.......	»	»	0,050	0,033
200.......	0,0865	0,043	0,060	0,030
300.......	0,1065	0,036	0,0765	0,026
400.......	0,1225	0,031	0,190	0,023
500.......	0,136	0,027	0,1005	0,020
600.......	0,148	0,025	0,1105	0,018
700.......	0,1595	0,023	0,1195	0,017
800.......	0,1700	0,021	0,1285	0,016
900.......	0,1780	0,020	0,138	0,015
1000.......	0,1855	0,019	0,141	0,014
1100.......	0,1920	0,017	0,148	0,013
1200.......	0,1995	0,016	0,1535	0,013
1300.......	0,2070	0,015	0,160	0,012
1400.......	0,2130	0,015	0,1655	0,012
1500.......	0,2175	0,014	0,171	0,011
1600.......	0,2235	0,014	0,174	0,011
1700.......	0,2285	0,013	0,178	0,011
1800.......	rupture	»	0,1815	0,010

» Toutes ces données étant représentées sur deux courbes distinctes, dont les abscisses sont proportionnelles aux charges et les ordonnées protionnelles aux allongements par mètre, on reconnaît que ces deux tracés, très continus dans leur courbure, tournent l'un et l'autre leur concavité du côté de l'axe sur lequel les charges sont portées, ce qui montre

l'inversion de la loi ordinaire, inversion dont nous avons, ainsi qu'il suit, cherché l'explication dans les circonstances mêmes du tissage.

» Pour soumettre la question au calcul, nous avons pensé que les fils de la chaîne, embrassant ceux de la trame lancés en travers par la navette, sont en réalité ondulés dans toute leur longueur, comme si l'on avait inséré entre eux, avant chaque croisement, une broche cylindrique, perpendiculaire à la direction générale, ces broches, supposées incompressibles, représentant, les unes après les autres, les différents fils transversaux de la trame elle-même.

» Si le tissu vient à s'allonger, ces broches s'écartent nécessairement les unes des autres, et si l'on suppose que chaque fil de chaîne, de rayon r', soit enroulé successivement sur une suite de cylindres de rayon r, qu'il embrasse alternativement sur leur demi-circonférence, la demi-distance comprise entre les axes de deux cylindres successifs sera $r+r'$, et l'on pourra calculer séparément l'allongement du fil de chaîne et celui du tissu, pour un même allongement proportionnel i de cette distance.

» En désignant par L la longueur primitive du tissu, par L' la longueur après l'allongement, on trouvera facilement que

$$i = \frac{L' - L}{L} = \frac{1}{\cos\alpha} - 1,$$

en désignant par α l'arc au long duquel le fil de chaîne s'est séparé du cylindre interposé. On a simultanément, pour l'allongement proportionnel I du fil lui-même,

$$I = \frac{l' - l}{l} = \frac{2(\tang\alpha - \alpha)}{\pi}.$$

» L'allongement du fil est, par suite de son redressement partiel dans le voisinage de l'entrecroisement, toujours moindre que celui du tissu.

» La charge F du fil, pour un coefficient d'élasticité E et une section ω, doit satisfaire à chaque instant à la relation $F = E\omega I$, et sa composante $F\sin\alpha = f$ donnera la charge du tissu au même instant; en mettant pour I sa valeur, indiquée précédemment, on obtient, pour équations fondamentales du problème, les quatre expressions :

» En ce qui concerne le fil,

$$I = \frac{2(\tang\alpha - \alpha)}{\pi}, \qquad F = 2E\omega\frac{\tang\alpha - \alpha}{\pi},$$

et en ce qui concerne le tissu,

$$i = \frac{1}{\cos\alpha} - 1, \qquad f = \frac{2E\omega \sin\alpha}{\pi}(\tang \alpha - \alpha).$$

» Il y a lieu de faire remarquer que les valeurs des quatre variables sont absolument indépendantes des rayons r et r' et que, quels que soient ces rayons, elles se trouvent déterminées par la seule connaissance de l'angle α.

» On ne peut facilement éliminer α entre les deux dernières équations, qui n'en constituent pas moins la relation théorique entre les deux quantités i et f, relation que l'on obtiendrait sous forme graphique, en calculant au préalable et isolément les valeurs simultanées de ces deux variables pour une même série de valeurs de l'angle α. Nous mettrons habituellement en dénominateur le facteur $2E\omega$, et nous calculerons plus simplement

$$\frac{f}{2E\omega} = \frac{\sin\alpha(\tang\alpha - \alpha)}{\pi} \quad \text{et} \quad \frac{F}{2E\omega} = \frac{\tang\alpha - \alpha}{\pi}.$$

» Le Tableau suivant renferme les valeurs calculées des quatre variables, pour des valeurs de α croissant de 10° en 10° :

α. °	i.	I.	F : 2Eω.	f : 2Eω.
10.........	0,0154	0,000142	0,000071	0,000010
20.........	0,0642	0,009488	0,004744	0,001623
30.........	0,1547	0,034219	0,017109	0,008548
40.........	0,3054	0,089753	0,049876	0,028844
50.........	0,5557	0,203138	0,101569	0,077807
60.........	1,0000	0,435998	0,217999	0,188789
70.........	1,9238	0,971322	0,485661	0,456370
80.........	4,7588	2,721540	1,360770	1,340103

» Les allongements i du tissu sont toujours plus grands que ceux des fils de chaîne, et c'est cette circonstance qui vient modifier, ainsi que nous allons facilement le vérifier, la loi habituelle de la relation entre les extensions et les efforts.

» En traçant, sur le même diagramme, la courbe représentative de la relation entre les charges $\frac{f}{2E\omega}$ et les allongements i, telle qu'elle résulte de nos formules, on reconnaît que cette courbe, non seulement tourne sa concavité vers l'axe des f, mais qu'elle affecte en outre une forme générale qui, sauf la différence des échelles, non encore spécifiées, rappelle complètement les deux courbes de l'expérience directe.

» Nous nous trouvons dès lors autorisé à admettre que notre hypothèse, déjà plausible à première vue, se trouve en complète coïncidence avec les faits observés et qu'elle donne exactement la raison de l'inversion signalée dans la loi du phénomène de l'extension.

» Au reste, les formules elles-mêmes permettent, sans aucun tracé, d'arriver directement à la même conclusion.

» Par voie d'interpolation on a d'ailleurs déterminé les valeurs suivantes de $f : 2E\omega$ pour une suite de quelques valeurs équidistantes de l'allongement i.

i.	$f : 2E\omega$.	i.	$f : 2E\omega$.
0,050	67	0,125	479
0,075	150	0,150	616
0,100	267	0,175	862

» L'examen qui précède resterait incomplet si nous n'expliquions pas, par les mêmes causes, les différences observées dans les expériences comparatives faites sur les deux tissus, que nous avons, dans ce but, dû décomposer en leurs divers éléments. Cet examen a permis de constater qu'avant toute extension les deux tissus présentaient une chaîne dont les différents fils se recoupaient sous des angles différents, correspondant, pour le premier, à une valeur de $\alpha = \alpha_0 = 13°$, et pour l'autre, beaucoup moins serré, à une valeur de $\alpha_0 = 38°$.

» A mesure que l'angle primitif α_0 augmente, le tissu devient moins extensible, et l'on peut vérifier que la modification ainsi apportée dans les propriétés du tissu s'explique exactement par ce desserrage de la trame.

» En désignant par i' et f' les nouvelles valeurs de l'allongement du tissu et de la charge qui y correspond, on trouve facilement, pour l'expression de ces variables,

$$i' = \frac{\cos\alpha}{\cos\alpha_0} - 1, \quad \frac{f'}{2E\omega} = \sin\alpha\,\frac{(\operatorname{tang}\alpha - \alpha) - (\operatorname{tang}\alpha_0 - \alpha_0)}{\pi + (\operatorname{tang}\alpha_0 - \alpha_0)},$$

et ces valeurs peuvent être calculées, soit pour le tissu A, soit pour le tissu B, en y faisant respectivement $\alpha_0 = 13°$ ou $\alpha_0 = 38°$.

» Connaissant les valeurs de i' et de $f' : 2E\omega$ pour différents angles α, on a pu, au moyen d'interpolations convenables, former le Tableau suivant dans lequel, pour chaque valeur de $i = i'$, on compare celles de f données par l'expérience à celles de $f' : 2E\omega$, déduites du calcul. On obtient ainsi, pour le tissu A et pour le tissu B, les rapports suivants, qui montrent combien les résultats de la formule s'éloignent peu de la

proportionnalité qu'exigerait la complète exactitude de la théorie proposée :

Tissu A. i.	(1) f.	(2) $\frac{f'}{2E\omega}$	Rapports de (1) à (2).	Tissu B. (1) f.	(2) $\frac{f'}{2E\omega}$	Rapports de (1) à (2).
0,075	150	0,00197	76140	293	0,00693	42280
0,100	267	0,00347	76950	496	0,00901	55500
0,125	419	0,00568	73770	761	0,01556	48910
0,150	617	0,01018	60610	1136	0,02031	56390
0,175	852	0,01378	61100	1624	0,02596	62560

» Le serrage de la chaîne joue donc un rôle considérable dans l'élasticité des tissus. En les desserrant de moins en moins, le tissu s'allonge de moins en moins pour une charge donnée, par rapport à ce qui se produirait si la chaîne était complètement jointive.

» On pourrait déduire de la mesure directe de f, à un état donné de l'allongement, et de la valeur ainsi calculée de $f' : 2E\omega$, en égalant simplement f à f', l'évaluation du coefficient d'élasticité. Pour le tissu A, par exemple, et pour l'allongement $i = 0,10$, on aurait immédiatement

$$E = \frac{f'}{2f\omega} = \frac{1}{2\omega}\frac{f}{f'} = \frac{76950}{2 \times 688} = 55^{kg},42,$$

en rapportant E au millimètre ou $E = 55,42 \times 10^6$, et prenant ce coefficient E dans son acception habituelle. Pour un plus grand allongement i, cette valeur de E deviendrait moindre. Pour le tissu B et pour le même allongement, on aurait $E = \frac{55500}{2 \times 681} \times 10^6 = 40,75 \times 10^6$; mais ce nombre augmenterait un peu pour les derniers allongements.

» Pour faire disparaître cette légère anomalie, il suffirait de diminuer un peu l'angle α_0, qui a servi de base aux calculs et dont l'évaluation ne saurait être bien précise; mais nous avons cru qu'il était préférable de conserver, pour la comparaison, l'évaluation déduite de l'étude préalable du tissu, en dehors de toute idée préconçue.

» Les nombres 688 et 681 représentent respectivement les sections totales des fils de chaîne, savoir : pour le tissu A, 892 fils d'une section individuelle de $0^{mmq},771$, et pour le tissu B, 1133 fils de section $0^{mmq},601$. Ces sections ont été déterminées au moyen des poids d'un fil de chaîne, détaché du tissu ; mais on comprend que cette détermination de la section réelle du fil ne puisse être obtenue qu'avec une approximation un peu incertaine.

» En résumant ce qui précède, nous croyons avoir démontré :

» 1° Que les étoffes tissées, contrairement à ce que l'on observe constamment quant à l'extension des tiges homogènes, donnent lieu à des allongements qui croissent toujours moins rapidement que les charges;

» 2° Qu'elles prennent, à égalité de charge, des allongements beaucoup plus grands que ceux des fils de chaîne qui les composent;

» 3° Que le mode d'enchevêtrement des fils explique géométriquement et en toute rigueur ces différences;

» 4° Que le serrage plus ou moins grand du tissu correspond, à égalité de charge, à des allongements qui sont eux-mêmes plus ou moins grands;

» 5° Dans le cas ou plusieurs fils de trame, en nombre m, se trouveraient simultanément compris entre deux entrecroisements, la loi de l'allongement serait un peu différente; on aurait alors $\frac{f}{2E\omega} = \frac{(\tang\alpha - \alpha)}{\pi + m}$, et les autres formules se déduiraient de cette première relation par les mêmes considérations. Cette remarque est importante en ce qu'elle montre que l'allongement deviendrait moindre si le fil de trame était aplati.

» 6° Il en serait différemment s'il diminuait de diamètre pendant l'extension, puisque, alors, la partie de la chaîne qui forme l'entrecroisement augmenterait de longueur, et l'on voit ainsi que l'allongement du tissu peut dépendre non seulement de l'interposition des fils de trame, mais encore de leur déformation.

» 7° Il y a lieu de croire que les courroies en cuir tanné, qui jouissent aussi des mêmes propriétés sous le rapport de l'extension, la doivent aux nodules de matière dure qui en remplissent les alvéoles, et qui peuvent, dans une certaine mesure, être comparés aux obstacles transversaux que forment les fils de trame des étoffes tissées. »

MÉCANIQUE. — *De la nécessité d'introduire certaines modifications dans l'enseignement de la Mécanique, et d'en bannir certains problèmes; par exemple, le mouvement du corps solide des géomètres;* par M. YVON VILLARCEAU.

« Lorsque les auteurs distinguent entre la Mécanique rationnelle et la Mécanique industrielle, on peut s'imaginer que l'on saisit bien la signification de la première de ces sciences; mais, si l'on consulte la plupart des Traités de Mécanique dite *rationnelle*, on s'étonne de ne pas y trouver le plus souvent la définition de cette science.

» Diverses interprétations du mot *rationnelle* se présentent à la pensée :

1° Faut-il entendre par là que la Mécanique emprunte ses bases à des conceptions pures de l'intelligence? On le croirait, en se reportant aux Traités de Statique, notamment à celui de Poinsot; on peut supposer que, n'ayant pas réussi à établir les lois du mouvement sans rien emprunter à l'observation, il a dû renoncer à publier un Traité de Dynamique. 2° La Mécanique rationnelle consiste-t-elle à soumettre aux lois de la raison les faits les plus élémentaires que nous offre l'observation des mouvements, pour les synthétiser et en déduire les lois de *tous* les mouvements? Il semble que, si l'on adopte cette interprétation, on devra accorder aux diverses sciences physiques le même caractère de rationnalité; alors l'épithète *rationnelle,* appliquée exclusivement à la Mécanique, constituerait un véritable pléonasme. 3° La Mécanique rationnelle serait-elle une science s'appliquant exclusivement aux *êtres de raison,* tels que le corps solide des géomètres, les tiges rigides, les fils inextensibles, etc.? Une telle science, n'offrirait réellement d'intérêt que si elle pouvait nous faire faire un premier pas, dans l'étude du mouvement des objets réels, sans nous mettre en présence de contradictions ou impossibilités, telles que nous en signalerons ci-dessous.

L'absence d'une signification précise de la qualification qui nous occupe semblerait justifier le parti adopté par quelques auteurs de Traités modernes, de les intituler : Traités de Mécanique *générale.* C'est celui auquel s'est arrêté notre savant confrère M. Resal.

Depuis que Coriolis a établi les formules du mouvement relatif, et précisé notamment le véritable rôle des forces *fictives,* dites *forces centrifuges,* simples et composées, les diverses quantités ou combinaisons de quantités que l'on rencontre dans l'étude de la Mécanique ont acquis un sens précis, et l'on a pu aborder directement la dynamique des corps *réels,* tels que nous les offre la nature, sans plus de difficulté qu'on en rencontrait autrefois dans l'étude de corps purement conventionnels. Bien plus, on évite les contradictions auxquelles il vient d'être fait allusion, si l'on prend la peine de déterminer toutes les inconnues d'un problème, au lieu de s'attacher exclusivement aux principales de ces inconnues. Alors il est aisé d'assigner sa véritable signification à la solution du problème du mouvement d'un corps solide, qui résulte de l'intégration des formules d'Euler, solution qu'il faut précieusement conserver à la Science.

» Bélanger et Poncelet sont entrés dans la nouvelle voie, sans la suivre assez loin dans ses développements; à l'étranger, diverses tentatives de ce genre paraissent avoir réussi : il y aurait donc un certain intérêt à ce que

l'enseignement de la Mécanique mît à profit l'expérience acquise depuis quarante ans. Toutefois il serait nécessaire de se livrer à un travail préalable, qui aurait pour objet de bien distinguer et de réduire à leur nombre minimum les principes de la Mécanique, qu'il est absolument nécessaire d'emprunter à l'observation.

» Qu'on nous permette, à ce point de vue, de soumettre à l'examen des mécaniciens un mode de réduction des principes de la Mécanique, que j'ai constamment appliqué et qui, m'assure-t-on, fait la base de l'enseignement de la Mécanique pratique, à Heidelberg, par le professeur Kirschoff.

» *Considérations préliminaires.* — En fait, les principes de la Mécanique n'acquièrent leur haut degré de simplicité et de généralité que lorsqu'on s'élève à la considération des mouvements absolus ou rapportés à des objets fixes, bien qu'il n'en existe pas dans l'univers. Les mouvements relatifs ou apparents, les seuls qui soient observables, se déduisent aisément des mouvements absolus, dès que l'on tient compte des mouvements des objets, considérés comme fixes, auxquels on rapporte les premiers (horizon et verticale). Les corps se composent d'éléments ou *points matériels*, indivisibles, d'une petitesse telle que l'on peut faire abstraction de leurs dimensions par rapport aux distances qui les séparent.

» Ceci posé, on nomme forces *réelles* les causes qui modifient ou peuvent modifier les vitesses absolues des points matériels en grandeur ou en direction ; il n'existe pas de forces sans points matériels auxquelles elles s'appliquent, et chacune de ces forces a sa source dans l'existence d'autres points matériels d'où elle émane ; la direction de la force exercée sur un point matériel M par un autre point matériel M' est celle de la droite qui joint ces deux points ; son intensité ne dépend que de leur distance.

» 2° Quand M' exerce sur M une force f, en même temps M exerce sur M' une force égale à la première, mais de direction opposée ; en sorte que toutes les forces qui agissent dans l'univers se présentent par couples. (Ces couples ne sont pas ceux de Poinsot.) Le principe que nous rappelons ici est connu, depuis longtemps, sous le nom de *principe de l'égalité et de l'opposition de l'action et de la réaction.* Cette dénomination nous paraît vicieuse, en ce sens que le mot *réaction* implique l'idée de postériorité, tandis que les deux forces f, égales et de sens contraire, agissent simultanément. Ces forces f ont reçu le nom de *forces* ou *actions mutuelles.*

» 3° *Mouvement d'un point matériel.* — La notion de vitesse étant supposée acquise et étendue aux mouvements projetés sur des droites, on peut condenser dans la loi suivante tout ce que la Mécanique est obligée de

demander à l'observation :

$$(1) \qquad m\frac{dv_x}{dt} = \Sigma F \cos(F, x),$$

où v_x est la projection de la vitesse v sur un axe fixe des x, dont la direction reste arbitraire, et F l'une des forces qui sollicitent le point matériel; m est un coefficient propre à ce point matériel, dont la grandeur résulte de celle des unités qui servent de mesure aux forces F, à la coordonnée x et au temps t. Le coefficient m a reçu le nom de *masse*.

» La masse m étant donnée, tandis que les forces F sont ou données ou inconnues; si l'on écrit deux équations pareilles à la précédente et qui se rapportent à des directions fixes y et z, différentes et d'ailleurs arbitraires, on aura les équations du mouvement absolu de la masse m.

» 4° *Mouvement d'un système matériel.* — Les équations de ce mouvement s'obtiendront en appliquant les précédentes aux autres masses m', m'', ... qui forment avec m le système considéré; seulement, on distinguera les forces en deux groupes, l'un qui ne comprendra que celles émanées de systèmes étrangers et auxquelles la lettre F restera affectée, l'autre qui comprendra toutes les forces mutuelles f agissant dans le système proposé.

» 5° *Des liaisons.* — Dans cette manière de poser les équations du mouvement, chaque masse m est traitée comme libre et l'est effectivement, en ce sens qu'elle n'est réellement soumise qu'aux forces F et f. Cependant, on est dans l'usage de considérer certaines *liaisons* ou plutôt certaines conditions géométriques, auxquelles peuvent être assujetties les masses m. On sait suffisamment que, ces conditions étant traduites par des équations, il suffit de joindre ces équations à celles du mouvement, pour obtenir autant de relations nouvelles entre les inconnues du problème et qui servent ainsi à les déterminer. Ces inconnues comprennent notoirement un certain nombre des forces. On se borne ordinairement à éliminer certaines inconnues, et l'on considère le problème comme résolu, dès que l'on a dégagé les inconnues principales. Il s'agirait d'introduire ici, non un nouveau principe, mais une règle à laquelle peu de mécaniciens s'assujettissent. Bien qu'il en soit fait usage dans quelques cas particuliers, elle n'est pas formulée, dans les Traités de Mécanique, avec le degré de généralité qu'elle comporte. Cette règle consisterait à déterminer les valeurs des forces que l'on a éliminées, afin de s'assurer si elles sont compatibles avec les propriétés de la matière dont les corps se composent. (Les intensités ne doivent pas atteindre les limites de la résistance; les fils, s'il en existe dans

le système, ne doivent pas être soumis à des efforts de compression, les pressions dans les fluides ne doivent pas ressortir à l'état négatif, etc.) Nous trouverons dans le défaut d'observation de cette règle l'explication des contradictions qu'offre le problème du mouvement des corps *solides*, lorsque cependant on n'a fait usage que de théorèmes absolument inattaquables.

» En résumé, les principes de la Mécanique se réduisent à l'équation du mouvement d'un point matériel, projeté sur une droite fixe arbitraire, et au principe de l'égalité et de l'opposition des forces mutuelles.

» Quant au premier, nous devons faire remarquer qu'il n'est même pas possible de l'établir directement, au moyen d'expériences, attendu que les droites, verticales ou horizontales, auxquelles nous rapporterions le mouvement d'un corps, ne sont pas fixes dans l'espace et que celles que nous voudrions choisir dans le ciel ne le sont pas davantage. Au fond, nos principes ne doivent être considérés que comme des *hypothèses*, dont il resterait à vérifier les conséquences par l'observation. Or cette vérification se réalise, dans tous les cas, avec le degré d'exactitude de nos moyens d'observation : on ne peut demander plus.

» *Mouvement du corps solide des géomètres. — Contradictions.* — Nous considérerons, pour plus de simplicité, le mouvement d'un *solide* de révolution, homogène, autour de l'axe de figure, et abandonné à lui-même.

» Si nous prenons d'abord ce corps au repos, nous constaterons que, chacune de ses masses m étant en équilibre, la résultante R des forces qu'exercent sur m les autres masses m', m'', ... est nécessairement nulle. Concevons qu'en faisant le *nécessaire* on soit parvenu à communiquer au corps un mouvement de rotation : le corps étant abandonné à lui-même, la masse m possédera une vitesse v. Suivant les idées reçues, cette masse m devrait continuer de tourner autour de l'axe, en décrivant un cercle de rayon r, avec cette vitesse v : je dis que cela est impossible; en effet, pour qu'une masse m décrive un arc de cercle avec la vitesse v, il faut que la composante N, suivant le rayon r, des forces qui la sollicitent soit égale à $m\frac{v^2}{r}$; nous avons vu que, dans l'état d'équilibre, la résultante R est nulle, et, comme les distances de m à m', m'', ... n'ont pas varié, puisque le corps est *solide* et que les forces mutuelles ne dépendent que des distances, la résultante R sera encore nulle pendant le mouvement; il en sera de même de la composante N; on aurait ainsi $m\frac{v^2}{r}=0$, ou $v=0$. Le corps devrait donc cesser de tourner, mais cela est-il possible? C'est ce

que nous allons voir. Pour que la vitesse v puisse être anéantie, il est nécessaire qu'une force tangentielle T agisse, dans le sens opposé à la vitesse v, pendant un certain temps; or les forces mutuelles dont la résultante est R donneront lieu à une composante T égale aussi à zéro, en sorte que le mouvement de m ne pourra pas être détruit [1]. Nous voici donc en pleine contradiction : le *solide* ne pouvant ni continuer de tourner, ni s'arrêter. Si, au lieu de nous borner aux composantes, nous recherchons directement l'effet de la résultante R, nous obtiendrons un résultat plus net en apparence, mais qui ne sera pas moins en pleine contradiction avec l'hypothèse de l'invariabilité des distances des masses composantes. En effet, la résultante R étant nulle, la masse m devra continuer de se mouvoir avec la vitesse v suivant la tangente, et, comme il en serait de même des autres masses, le solide devrait se disséminer dans l'espace.

» *Cause des contradictions.* — Si les lois du mouvement d'un corps solide étaient uniquement fondées sur une Mécanique des *êtres de raison*, nous n'aurions pas à nous en occuper davantage; mais elles résultent également des principes que nous considérons comme vrais et généraux. En effet, les lois de la rotation des corps sont fondées sur le théorème des aires, dont personne ne contestera l'exactitude. Or il n'est pas absurde *a priori* de l'appliquer à un système défini par la condition de l'invariabilité des distances de ses parties constituantes. Comment donc se peut-il faire que l'emploi de principes exacts conduise à des résultats contradictoires? Nous n'avons qu'un mot à dire pour en donner l'explication. Le théorème des aires résulte d'une combinaison des équations fondamentales du mouvement d'un point matériel, combinaison d'où les forces mutuelles sont éliminées et qui paraîtrait, en conséquence, applicable quelles que soient ces forces [2]. Or, avons-nous dit, il ne suffit pas de dégager les principales inconnues d'un problème de Mécanique : il faut encore déterminer les valeurs de celles que l'on a éliminées et s'assurer si elles sont compatibles avec les conditions du problème.

» Dans le cas actuel, il s'agit de déterminer les forces f, qui ne figurent pas dans le théorème des aires et exigent que l'on remonte aux équations

---

(1) Analytiquement, on aurait $m\frac{dv}{dt} = \text{T}$, et, à cause de $\text{T} = 0$, $m\frac{dv}{dt} = 0$ ou $v = \text{const.}$

(2) On appliquerait également le principe des forces vives; car le travail des forces mutuelles se réduit à zéro, en vertu de l'hypothèse sur l'invariabilité des distances des points du corps solide; de sorte que ces forces mutuelles seraient encore éliminées.

d'où ce théorème a été déduit, c'est-à-dire aux équations mêmes du mouvement de m. C'est ce que nous faisons, en écrivant les équations du mouvement de m et choisissant, pour axes fixes, le rayon r et la tangente.

» Ainsi les vraies équations de la Mécanique conduisent également aux contradictions signalées, dont la cause réside dans l'invariabilité supposée des distances; il est toutefois important de remarquer que la théorie générale n'en reçoit aucune atteinte, puisque les solutions qu'elle fournit ne sont acceptables que sous la réserve de se prêter à des vérifications qui peuvent ne pas avoir lieu, ce qui est le cas actuel.

» La conclusion à tirer de cette discussion est qu'il faudrait bannir de l'enseignement de la Mécanique l'étude du mouvement d'un *corps solide* abandonné à lui-même. D'un autre côté, il convient de faire une large place aux équations qui sont encore considérées comme la solution exacte du problème des rotations; mais cela exige qu'on les établisse autrement qu'on le fait d'habitude.

» *Considérations sur le mouvement le plus général d'un corps solide* (le mot *solide* étant pris ici dans son acception vulgaire). — On décompose ce mouvement en deux, l'un de translation du centre de gravité, l'autre de rotation autour de ce centre. En nous bornant à l'étude de ce dernier mouvement, nous mènerons, par le centre de gravité, trois axes mobiles ou entraînés dans le mouvement du corps; l'hypothèse de la solidité relative nous autorise à considérer comme très petits les déplacements de la masse m, par rapport aux axes mobiles. En conséquence, nous poserons

$$x = x_1 + \xi, \quad y = y_1 + \eta, \quad z = z_1 + \zeta,$$

x_1, y_1, z_1 étant des constantes relativement au temps, et ξ, η, ζ de petites variations. Substituant ces valeurs de x, y, z dans les équations des aires, on formera deux groupes de termes, les uns indépendants des ξ, η, ζ, les autres qui les contiendront comme facteurs et seront très petits par rapport aux premiers. Il est clair que, si l'on néglige les termes affectés des facteurs ξ, η, ζ, on obtiendra des résultats qui pourront être considérés comme base d'une première approximation du mouvement de rotation d'un corps solide *naturel*. On retrouvera, de cette manière, les équations du mouvement de rotation d'un corps solide, telles qu'elles ont été produites jusqu'ici; mais le vrai caractère du résultat sera de constituer une première approximation, suffisante dans la plupart des cas, et non une solution rigoureuse. Telle est la vraie signification des formules d'Euler. »

MÉTROLOGIE. — *Considérations sur la théorie générale des unités.* Note de M. A. Ledieu.

« I. Le groupement en un corps de doctrine des mesures employées dans toutes les sciences d'application constitue la *Métrologie formelle*. Cette théorie a été élucidée depuis plusieurs années déjà en Angleterre; mais, chez nous, ce n'est qu'à la suite du Congrès international des électriciens qu'on a commencé à s'en occuper. Plusieurs ouvrages et articles originaux, ainsi que diverses traductions, ont été publiés sur la question par des savants de mérite.

» Néanmoins l'esprit public n'est pas satisfait. Un exposé du problème, envisagé de haut et accompagné de quelques explications qui ne se trouvent pas ailleurs, achèvera peut-être d'éclairer le sujet.

» II. Tous les phénomènes de la nature inanimée ont pour fondement les substances matérielles; et, dans leurs manifestations, ils produisent des faits. Les plus rudimentaires de ces phénomènes résultent du volume des substances, de leur mouvement et de leur inertie; ils ont pour éléments caractéristiques des *grandeurs primordiales*, qui dépendent respectivement et d'une manière immédiate de l'une des quatre seules entités distinctes et irréductibles de l'univers matériel : l'espace, le temps, la masse et la force.

» Les autres phénomènes plus complexes du monde physique, qui se trouvent spécifiables dans leurs faits par des éléments nettement définis, primordiaux ou fonction de primordiaux, correspondent, eux aussi, à des *grandeurs*. Ces grandeurs ont leurs espèces respectives caractérisées par les faits y relatifs; et l'expression mathématique E de chacune d'elles (qui peut du reste avoir plusieurs formes, si le phénomène en vue est susceptible d'être apprécié de diverses manières) se trouve fournie par une *formule de définition*, telle que

$$E = f(\varepsilon, \varepsilon', \varepsilon'', \ldots, k, k', \ldots), \tag{1}$$

où ε, ε', ε'', ... représentent les éléments précités, et k, k', ... des coefficients fixes ou indéterminés.

» Les grandeurs, primordiales ou complexes, d'une même espèce ne sont comparables qu'entre elles : les premières, d'emblée; les secondes, au moyen de leur formule de définition. D'ordinaire, on prend pour chaque espèce de grandeur l'une d'elles comme terme de comparaison ou de mesure, soit comme *unité propre*. En principe, les différentes espèces d'unités sont absolument arbitraires. Mais il est avantageux sous bien des rapports, particulièrement pour la rigueur des résultats et la facilité des calculs,

de s'imposer les conditions suivantes : 1° donner aux unités des définitions indiscutables, grâce à la précision du ou des éléments dont elles dépendent; 2° pour les grandeurs non primordiales, déterminer l'unité [E] de façon à rendre, autant que possible, leur formule de définition *cohérente*, en cherchant au besoin, parmi les formes de celle-ci, si elle en a plusieurs, une forme se prêtant à la combinaison projetée.

» La cohérence consiste à obtenir une identité numérique entre les deux membres de la formule, lorsque, après avoir fait disparaître, s'il y en a, les coefficients fixes à l'aide des coefficients indéterminés, et après avoir égalé à *un* ceux de ces derniers coefficients restant libres, on pose $E = 1$, en même temps que chaque élément ε, ε', ... est pris lui-même égal à 1, pour correspondre à son unité mère ou de circonstance (§ III).

» III. Dans le premier but sus-indiqué, on fixe nettement les unités de longueur [L], de temps [T], de masse [M] et de force [F]; et on les considère comme *unités fondamentales*. Puis on en déduit pour les autres grandeurs des *unités dérivées*, le tout constituant dans son ensemble un système d'*unités absolues*.

» Les multiples et sous-multiples usuels des diverses unités sont d'ordinaire décimaux. Suivant les questions à traiter, et spécialement pour faciliter la cohérence des formules, il est loisible de prendre un multiple ou un sous-multiple de l'*unité mère*, ou même une fraction quelconque de celle-ci, comme *unité de circonstance*. Les unités dérivées afférentes à une série de phénomènes corrélatifs peuvent parfois, comme en électricité, être définies de plusieurs façons, suivant ceux de ces phénomènes qui servent de point de départ pour rattacher ladite série aux unités fondamentales.

» La force F, la masse M et l'accélération J sont reliées entre elles par la *formule de démonstration*

$$F = MJ, \quad \text{où} \quad J = L.T^{-2}, \tag{2}$$

qui, grâce à sa cohérence, ne renferme aucun coefficient indéterminé formant inconnue. D'un autre côté, en se basant sur la loi des actions à distance, on obtient une seconde équation entre L, F et M, qu'on peut prendre également cohérente. Il y a donc possibilité de réduire à deux les unités fondamentales. Bien plus, au point de vue physiologique, l'œil se trouve l'instrument définitif de toute appréciation physique rigoureuse; et par suite c'est toujours une longueur qui, en dernière analyse, mesure les éléments primordiaux. Si, dans quelques observations chronométriques de précision, on substitue l'oreille à l'œil, c'est au fond encore un espace qui est apprécié de la sorte.

Il semblerait donc logique de n'avoir qu'une *unité fondamentale :* celle de longueur. Mais, pour mettre en évidence les corrélations plus ou moins explicites de tous les phénomènes mesurables, et se réserver la possibilité de voir apparaître ainsi des lois ignorées, il y a un intérêt majeur à conserver *distinctement* les quatre unités fondamentales [L], [T], [M], [F].

» IV. La réalisation matérielle et *invariable* de la définition d'une unité donnée constitue un *étalon*. Cette réalisation permet de mesurer *directement* les grandeurs de l'espèce.

» Les unités de longueur et de masse possèdent seules de véritables étalons. D'ailleurs, eu égard au motif physiologique mentionné § III, l'étalon de masse *dérive* en fait de l'étalon de longueur, qui demeure l'unique étalon *fondamental*. Pour les autres grandeurs, il ne peut y avoir que des étalons *indirects*, autrement dit des instruments de mesure permettant de reproduire le phénomène relatif à la grandeur considérée dans les conditions voulues pour obtenir l'unité définie de l'espèce. Tels sont les étalons de résistance des courants électriques. Tels seraient aussi les dynamomètres à ressort, les horloges, les instruments absolus en électricité, si l'on pouvait les confectionner avec une perfection suffisante et avec des organes assez inaltérables et immuables pour assurer l'*invariabilité* de leurs indications.

» En résumé, sauf les longueurs et les masses, toutes les grandeurs se mesurent indirectement, y compris celles qui se déterminent d'une manière immédiate à l'aide d'étalons *ad hoc* ou d'instruments spéciaux. Les autres, comme les quantités de chaleur, ne peuvent même s'apprécier que médiatement, d'après leur dépendance algébrique avec des grandeurs à étalon ou instrumentales. En tous cas, les mesures sont dites *réelles* quand elles se trouvent figurées par une pièce matérielle équivalant à une unité mère ou à des multiples ou sous-multiples de celle-ci; sinon elles forment des *mesures de compte*.

» Il faut bien distinguer la définition théorique d'un étalon d'avec sa définition pratique. La réalisation du système demande des expériences délicates et minutieuses, dont les résultats définitifs sont entachés de l'imperfection des méthodes et des instruments auxiliaires employés, ainsi que de la limite de visibilité de l'œil nu ou aidé d'un microscope. Comme ces méthodes et ces instruments sont en principe perfectibles, la *stabilité* d'un étalon ne peut exister qu'en acceptant, une fois pour toutes, celui-ci tel qu'il a été établi à la suite d'une série connue d'opérations. De la sorte, il existe dès le début ou il survient ultérieurement des différences plus ou moins accentuées entre l'étalon construit et sa définition théorique.

Ainsi, pour le mètre, sa définition classique surpasse actuellement de $0^{mm},19$ l'étalon légal [1], que constitue la règle en platine à bouts déposée aux Archives nationales, et confectionnée lors de la création du système métrique. Cette différence provient surtout de l'amélioration des procédés et des appareils de la Géodésie moderne, et peu ou point de l'hypothèse primitive d'une forme ellipsoïdale commune des méridiens.

» Le mètre étalon des Archives, dans son état présent, a été adopté comme *étalon princeps* de longueur par la Commission internationale du mètre. On en a déduit, avec une équation de $0^{mm},006$ [2], la longueur à 0° C. d'un mètre à traits en platine iridié. Ce dernier mètre, déposé au Bureau international des poids et mesures, à Breteuil, est devenu un prototype pour les étalons destinés aux différents pays associés à ce Bureau.

» De son côté, le kilogramme en platine des Archives demeure l'*étalon princeps de poids*, sur lequel on a copié un prototype international en platine iridié, avec une équation de $0^{gr},00001$. Ici la définition classique surpasse l'étalon des Archives de $0^{gr},13$ [3]. La différence tient à ce que la détermination dans le vide du poids d'un décimètre cube d'eau pure, privée d'air et à son maximum de densité, est un des problèmes les plus délicats des sciences physiques.

» V. L'étalon qui nous occupe est en fait un *étalon de masse*. Il ne peut être considéré comme étalon de force que quand on met en jeu le poids de la pièce, c'est-à-dire l'action que la masse de celle-ci subit de la part de la Terre. Le nom du poids a donc été attribué indûment à la pièce elle-même. Il suit de là une confusion, qu'on atténue plus ou moins en ayant recours aux termes *kilogramme-masse* et *kilogramme* tout court, suivant qu'on prend l'étalon ou ses copies comme unité de masse, ou son poids comme unité de force. Dans la première hypothèse, l'unité de masse a sa grandeur qui demeure constante, quelles que soient la latitude de l'observateur et son élévation au-dessus du niveau de la mer. Il en est de même pour l'unité de force correspondante, qu'on convient alors de déduire de l'équation (2), et dont la valeur fixe prend ainsi la forme nominalement variable de $1^{kg} : g^{m''}$, g étant la gravité du lieu de l'expérience, et m'' l'unité d'accélération, de un mètre à la seconde. Cette unité de force n'est autre que le déca-

(1) FAYE, *Cours d'Astronomie*, Ire Partie, p. 313.

(2) Communication de M. Dumas, *Comptes rendus*, 9 octobre 1882.

(3) *Comptes rendus des travaux du Congrès international des électriciens à Paris en* 1881, p. 226.

myria-dyne du système d'unités absolues C.G.S. Si, au contraire, on prend, comme cela se pratique en Mécanique, le poids de l'étalon pour *unité de force*, cette unité change de grandeur réelle avec le lieu. Il en est de même de l'unité de masse correspondante, dont l'expression devient $1^{\text{kg-masse}} \times g^{m''}$, et qui du reste n'a pas d'appellation spéciale. Par ailleurs, l'usage de cette unité ne se rencontre que dans le calcul des moments d'inertie.

» En dehors de cet usage, il est licite de faire abstraction de l'équation (2), et de conserver le kilogramme-masse concurremment avec le kilogramme-poids. C'est ce qui se fait pour les pesées proprement dites. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Séparation du gallium* [1]. Note de M. **Lecoq de Boisbaudran.**

« *Séparation d'avec l'argent.* — 1° Dans la solution nitrique très acide, l'argent est précipité par un faible excès d'acide chlorhydrique.

» 2° L'hydrogène sulfuré enlève complètement l'argent contenu dans des liqueurs nitriques modérément acides ou chlorhydriques, même fortement acides.

» *Séparation d'avec l'or.* — Les trois procédés suivants sont très recommandables :

» 1° On fait passer un courant d'hydrogène sulfuré dans la solution chlorhydrique notablement acide.

» 2° L'or est réduit à une douce chaleur par l'acide sulfureux; on lave le précipité à l'eau chargée d'un peu de HCl.

» 3° La liqueur chlorhydrique notablement acide, mise au contact de cuivre divisé, abandonne l'or et retient le gallium. On opère à froid ou à une douce chaleur.

» *Séparation d'avec le palladium.* — J'ai étudié quatre méthodes, dont les deux premières donnent seules des résultats rigoureux :

» 1° La meilleure façon de séparer Pd et Ga consiste à traiter la liqueur chlorhydrique notablement acide par un courant prolongé d'hydrogène sulfuré. La formation du sulfure de palladium est assez lente dans les solutions étendues. Après avoir saturé l'essai par H^2S à froid, on le maintient pendant une couple d'heures vers 70°, puis on s'assure que la liqueur filtrée, soumise au même traitement, ne se colore pas. Il est avantageux d'o-

(1) *Comptes rendus*, p. 1192, décembre 1882.

pérer sur des liqueurs concentrées et de rapprocher par évaporation avant le dernier traitement à H^2S; on chasse alors le trop grand excès de HCl.

» 2° Du cuivre divisé est placé dans la solution chlorhydrique notablement acide. A froid, la réduction du palladium est complète, mais lente; il vaut mieux maintenir vers 80°. Le palladium obtenu ne renferme pas de gallium (*à peine* quelquefois en contient-il *une trace insignifiante*). Cependant, ainsi qu'il est dit ci-après, le Pd réduit par le zinc retient énergiquement une petite quantité de gallium. En face de cette divergence et craignant quelque erreur, j'ai opéré plusieurs fois, avec soin, la réduction du palladium au moyen du cuivre dans des liqueurs chargées de gallium; pour chaque essai, l'absence de ce dernier métal a été constatée dans le précipité. Le palladium se dépose sur le cuivre en couches brillantes et compactes; pendant la réaction, il n'apparaît pas de gaz. Le zinc provoque, au contraire, un vif dégagement d'hydrogène et le palladium se présente alors sous forme de poudre noire, d'aspect poreux, agissant peut-être sur le sel de Ga comme le fait le charbon animal sur certains corps solubles; peut-être aussi l'hydrogénation du métal réduit joue-t-elle un rôle dans le phénomène observé?

» 3° Le zinc précipite assez rapidement le palladium d'une solution chlorhydrique notablement acide, mais le métal réduit, quoique lavé à l'eau aiguisée de HCl, retient un peu de gallium.

» Dans une expérience, $0^{gr},005$ de Ga et environ $0^{gr},25$ de Pd furent amenés à l'état de chlorures très acides. Au contact du zinc, la solution fournit un métal contenant une portion du Ga.

» Ce palladium gallifère, transformé en chlorure, fut traité de la même façon. Le nouveau précipité, renfermant toujours des traces sensibles de Ga (mais moins que le premier), fut chloruré et soumis à l'action du zinc. Ce dernier palladium retenait encore du gallium, dont la quantité avait seulement beaucoup diminué du premier au troisième métal.

» 4° On sépare souvent le palladium d'avec les autres métaux en évaporant presque à sec la solution dans l'eau régale, après lui avoir ajouté du chlorure de potassium; la masse est ensuite reprise par l'alcool à 85 pour 100. Ce procédé, commode dans certains cas, ne permet qu'une analyse assez peu rigoureuse des mélanges de Pd et Ga, car il reste des traces sensibles de gallium dans le chloropalladate de potassium et de palladium dans la liqueur alcoolique.

» *Séparation d'avec le platine.* — 1° Je ne connais qu'un seul procédé tout à fait exact : c'est la précipitation du platine par l'hydrogène sulfuré dans

une solution chlorhydrique notablement acide. La formation du sulfure de platine est très lente, surtout en liqueur étendue; on l'accélère en chauffant. On peut saturer par H^2S à froid, puis porter lentement jusque vers l'ébullition, répétant ce traitement huit ou dix fois de suite. Ou bien, après avoir saturé de H^2S à froid, on chauffe jusque vers 70°, température qui est maintenue pendant plusieurs heures, tandis que la liqueur est traversée par un lent courant de H^2S.

» La solution filtrée est ensuite réunie aux eaux de lavage et concentrée; on élimine ainsi la majeure partie du HCl, dont il doit cependant rester un peu à l'état libre. On traite enfin par H^2S pendant plusieurs heures à chaud; s'il n'y a pas coloration, c'est que le platine a été entièrement éliminé.

» 2° Une séparation approximative s'obtient en précipitant le Pt par le chlorure d'ammonium dans une solution chlorhydrique sensiblement acide et additionnée d'alcool. Mais la liqueur filtrée emporte un peu de platine. Le chloroplatinate de AzH^4 ne paraît pas retenir de quantités appréciables de gallium.

» 3° Le cuivre réduit le platine; seulement il est difficile d'obtenir une réaction complète, même à chaud, et je n'ai pas bien réussi par ce moyen. Au contraire, une solution notablement acide de chlorure de platine est entièrement réduite par le zinc. A chaud, l'action est beaucoup plus rapide qu'à froid. On ajoute de temps en temps quelques gouttes de HCl pour maintenir un assez vif dégagement d'hydrogène. Le platine ainsi précipité retient du gallium avec une persistance qui semble dépasser encore celle signalée plus haut dans le cas du palladium. Il faut répéter un assez grand nombre de fois la réduction par le zinc, si l'on veut enlever tout le gallium. L'emploi du zinc est donc très inférieur à celui de l'hydrogène sulfuré. »

M. Ph. Van Tieghem fait hommage à l'Académie du 6e fascicule de son « Traité de Botanique ».

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Associé étranger, en remplacement de feu M. *Wöhler*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 46,

MM.	Bunsen obtient.	30 suffrages
	Van Beneden	7 »
	Nordenskiöld	4 »
	Adams.	1 »
	Hooker	1 »

Il y a trois bulletins blancs.

M. **Bunsen**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Études chimiques sur le maïs à différentes époques de sa végétation*. Note de M. **H. Leplay**.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

Des fonctions chimiques dans la végétation du maïs; des divers principes organiques hydrocarbonés ternaires, répandus dans les différentes parties du maïs, particulièrement des tissus, du sucre et des combinaisons organiques avec les bases potasse et chaux.

« Il résulte de l'examen de cette question qu'il entre dans la composition des tissus vivants, c'est-à-dire des tissus tels qu'ils se trouvent dans les plantes en végétation :

» 1° De la cellulose provenant de la transformation organique et chimique du sucre;

» 2° De la matière incrustante provenant de la transformation organique et chimique d'un sel de chaux à acide végétal soluble;

» 3° Des sels de potasse à acides végétaux solubles.

» Ces tissus, formés de réunions de cellules organisées, à travers lesquelles circulent les liquides contenus dans les différentes parties de la plante et au milieu desquels s'opèrent les différentes transformations organiques et

chimiques qui se produisent dans la plante, n'ont pas tous les mêmes fonctions.

» Ainsi, il a été démontré dans le cours de ce travail :

» 1° Que les bases potasse et chaux à l'état de bicarbonate dans le sol étaient absorbées par les radicules et se retrouvaient, dans les différentes parties de la plante, en combinaison avec des sels végétaux.

» Les tissus contenus dans les radicules ou dans les racines ont donc pour fonction organique et chimique la transformation de l'acide carbonique de ces bases en acides végétaux.

» 2° Que le sucre se forme dans les feuilles par l'absorption et la décomposition de l'acide carbonique de l'air.

» Les tissus contenus dans les feuilles ont donc pour fonction organique et chimique d'absorber l'acide carbonique de l'air, d'en opérer la dissociation et d'en former le sucre.

» 3° Qu'à une certaine époque le sucre formé dans les feuilles va en s'accumulant dans la tige.

» Les tissus contenus dans la tige ont donc pour fonction organique et chimique d'emmagasiner le sucre formé dans les feuilles.

» 4° Que le support des graines absorbe en grande partie le sucre accumulé dans la tige pour le mettre à la disposition de la graine.

» Le support de la graine a donc pour fonction organique et chimique de fournir à la graine le sucre accumulé dans la tige.

» 5° Que le sucre se transforme en amidon dans les graines.

» Les tissus dans les graines ont donc pour fonction organique et chimique de transformer le sucre en amidon et de l'y accumuler.

» 6° Enfin les tissus répandus dans toutes les parties du maïs, racines, tiges, feuilles, support des graines et graines augmentent successivement de poids pendant la végétation du maïs.

» Les tissus ont donc la propriété de transformer le sucre en cellulose en s'assimilant de la chaux en combinaison soluble avec des acides végétaux pour en former de nouveaux tissus dans lesquels cette chaux devient insoluble et constitue la matière incrustante des tissus.

» Ces tissus possèdent donc des fonctions et des propriétés chimiques différentes selon la position qu'ils occupent dans la plante en végétation.

» Quels peuvent donc être les principes qui donnent à ces tissus des propriétés aussi différentes?

» La potasse en combinaison avec les acides végétaux dont les fonctions

n'ont pas encore été étudiées ne joue-t-elle pas un rôle dans les fonctions aussi diverses des tissus?

» Peut-on admettre que cette base parcourt des radicules à la racine, de la racine à la tige, de la tige aux feuilles, où elle vient s'emmagasiner, puis des feuilles à la tige, de la tige au support des graines et du support des graines dans les graines? Peut-on admettre que cette base opère ainsi une course vagabonde à travers toutes les parties de la plante sans but et sans utilité?

» L'examen des fonctions que remplissent les tissus pendant l'accumulation de cette base établit au contraire qu'elle doit avoir son degré d'utilité, sa part de participation dans ces mêmes fonctions et qu'elle contribue ainsi par sa présence, et peut-être en raison de sa quantité, à imprimer aux tissus dans lesquels elle se trouve et s'accumule le caractère particulier de la fonction qu'ils remplissent.

» Il est à remarquer que la quantité de cette base en combinaison avec des acides végétaux dans chacun des organes de la plante coïncide avec le maximum d'énergie fonctionnelle de chacun de ces organes.

Ainsi, dans les racines, à l'époque où les transformations organiques et chimiques qui s'y produisent sont au maximum, c'est-à-dire au maximum d'énergie fonctionnelle, la présence de la potasse en combinaison avec des acides végétaux est représentée, pour 1^{kg} de racines, par 160° alcalimétriques, pour tomber dans la période suivante à 50°.

» Dans la tige, le maximum d'énergie fonctionnelle y est représenté par 220°, pour tomber dans la période suivante à 170°.

» Dans les feuilles, le maximum d'énergie fonctionnelle y est représenté par 110°, pour tomber dans la période suivante à 60°.

» Dans le support des graines dont la fonction va toujours en croissant pendant la formation de l'amidon dans la graine, la quantité de potasse, qui était, au début de la formation de l'amidon, représentée par 25°, se trouve être, à la maturité de la graine, de 90°.

» Enfin, dans les graines dont les fonctions organiques et chimiques sont de transformer successivement le sucre en amidon, la quantité de potasse y reste la même, soit, au début de la formation de l'amidon, représentée par 40° et à la maturité de la graine par 40°.

» La présence de la potasse en combinaison avec des acides végétaux dans les tissus des différents organes du maïs et la corrélation qui existe entre la quantité de cette base et l'énergie fonctionnelle de ces divers organes à des époques différentes de la végétation établissent d'une manière

indubitable sa participation dans les fonctions diverses que remplissent les tissus suivant les organes dont ils font partie dans la plante en végétation.

» Il résulte de cette étude que la présence de la potasse, ainsi que celle de la chaux, est indispensable à la transformation organique et chimique de l'acide carbonique du sol dans les racines, à la transformation organique et chimique de l'acide carbonique de l'atmosphère dans les feuilles, et aux différentes transformations organiques et chimiques qu'éprouvent les principes organiques dans l'acte de la végétation. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *De l'évolution des organismes microscopiques sur l'animal vivant, dans le cadavre et les produits morbides.* Mémoire de M. G. COLIN, présenté par M. Gosselin. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi au Concours des prix de Médecine et Chirurgie).

« Trois faits principaux sont établis dans ce travail :

» 1° Il n'est pas un point des appareils respiratoires et digestifs où les microbes fassent défaut, et il est beaucoup de ces points où ces êtres sont en prodigieuse quantité.

» 2° Dans les conditions normales, tous les liquides à microbes (salive buccale, mucosités pharyngiennes, gastriques et intestinales) sont inoffensifs. Les êtres microscopiques ne leur communiquent aucune propriété nocive ou de virulence. Ces liquides ne deviennent dangereux que par suite d'une altération putride plus ou moins avancée, et alors tous les effets qu'ils produisent sont d'une commune nature, la septicité.

» Les microbes ou les germes des microbes des voies respiratoires et digestives sont très probablement, sur l'animal vivant, portés dans une foule de points, par les courants de diffusion, et très certainement, sur le cadavre, dans toutes les parties du corps, où ils se développent s'ils trouvent des conditions favorables. »

M. JÉGOU adresse, de Vannes, une Note relative à la navigation aérienne.

(Renvoi au Concours Penaud.)

M. BIROT adresse une Note relative à l'emploi du chlorure de chaux contre le Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, le premier Volume de la 2e édition de l'Ouvrage de M. *Th. von Oppolzer:* « Lehrbuch zur Bahbenstimmung der Kometen und Planeten ».

M. le **Secrétaire perpétuel** signale également, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, le premier cahier d'un Journal mathématique, publié, à Stockholm, sous le titre « Acta mathematica ». (Présenté par M. Hermite.)

M. **Hermite**, en faisant hommage à l'Académie de ce premier Cahier, au nom de M. *Mittag-Leffler,* rédacteur en chef des *Acta mathematica,* s'exprime comme il suit :

« Le jeune et savant géomètre a pour collaborateurs les mathématiciens les plus distingués de la Suède, de la Norvège, du Danemark et de la Finlande; parmi eux, figurent ici deux éminents Correspondants, M. Broch et M. Hugo Gyldén. Les *Acta mathematica* sont publiés sous les auspices de S. M. le Roi de Suède et de Norvège; l'auguste souverain a pris sous sa protection spéciale un Recueil qui, étant destiné à tous les géomètres, secondera puissamment, dans les pays du Nord, le grand mouvement des Sciences mathématiques de notre temps.

» Le Cahier que j'ai l'honneur d'offrir à l'Académie est composé des articles suivants : *Théorie des groupes fuchsiens,* par M. Poincaré; *Sur la théorie des rentes viagères,* par M. Malmsten; *Sur une méthode d'approximation dans le problème des trois corps,* par M. Hugo Gyldén ; *Le problème des configurations,* par M. Reye. »

M. le **Secrétaire perpétuel** communique à l'Académie la dépêche suivante, adressée de Montevideo, à M. le Ministre de la Marine, par M. le capitaine de frégate *Fleuriais :*

« *Volage* arrive, passage de Vénus, Santa-Cruz. Circonstances excellentes. Programme entièroment rempli. »

ASTRONOMIE. — *Observation du passage de Vénus, à l'Observatoire de Nice.* Lettre de M. **Michaud** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Nice, 23 décembre 1882.

» J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie les cinq photographies obtenues

à l'Observatoire de Nice pendant le passage de Vénus. Permettez-moi d'y joindre quelques explications.

» L'épreuve n° 1 a été obtenue à $2^h 38^m 58^s$, le n° 2 à $2^h 43^m 20^s$, le n° 3 à $2^h 48^m 45^s$, le n° 4 à $2^h 54^m 52^s$, le n° 5 à $2^h 57^m 9^s$. Le Soleil était passablement obscurci par les nuages, et l'imperfection de l'appareil ajoutait encore à la difficulté de l'opération.

» Cet appareil était une simple caisse en bois, percée d'un trou permettant aux rayons du Soleil de se réfléchir sur les plaques au gélatinobromure : je me servais des excellentes plaques de Garcin, photographe à Lyon. L'ouverture se fermait à l'aide d'un disque en cuivre, tendu par un ressort également en cuivre, me permettant de régler la vitesse. Cette caisse était placée derrière une simple lunette de $0^m,11$ de diamètre, et m'a donné des épreuves de $0^m,08$. Je tiens les clichés à la disposition de la Commission du passage de Vénus.

» Le passage a été, en même temps, observé par projection sur un écran, par M. André Puiseux, attaché à l'Observatoire.

» Les heures notées ci-dessus sont celles qu'indiquait le chronomètre n° 31 de Fenon ; l'Observatoire étant privé de sa lunette méridienne, emportée en Patagonie par M. Perrotin, il n'a pas été possible de déterminer exactement l'état du chronomètre. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observation du passage de Vénus à Avila (Espagne).* Note de M. **L. Thollon**, présentée par M. Mouchez.

« M. Bischoffsheim ayant, à ma demande, consenti à faire les frais d'une nouvelle expédition pour aller en Espagne ou en Portugal observer le passage de Vénus du 6 décembre dernier, je me rendis à Avila accompagné de M. Charlois, calculateur de l'Observatoire de Nice, chargé en cette circonstance de me servir d'assistant. M. Gouy, à qui l'Académie avait accordé les fonds nécessaires pour prendre part à l'expédition, nous avait rejoints à Bordeaux. Nous avions depuis longtemps discuté ensemble notre programme, et toutes nos opérations avaient été concertées de manière à tirer tout le parti possible du phénomène que nous voulions observer.

» Notre but était de faire l'étude spectroscopique de l'atmosphère de Vénus dans des conditions propres à donner des résultats plus complets et plus définitifs que ceux qui ont été obtenus jusqu'à ce jour. Après nous être rendu compte en détail des difficultés que présente cette étude délicate, nous avons discuté et trouvé le moyen de les surmonter. Sans entrer dans les détails, il suffira de dire qu'à l'aide d'un miroir de $0^m,30$ de diamètre, d'un

objectif de 9 pouces ($0^m,24$) et d'un oculaire à projection, nous devions avoir une image de Vénus de $0^m,01$ de diamètre. La moitié supérieure de l'image devait tomber sur la fente de mon spectroscope, dont la dispersion avait été réduite d'un tiers; la moitié inférieure était projetée sur la fente du spectroscope de M. Gouy au moyen d'un prisme à réflexion totale et d'une lentille. M. Gouy pouvait opérer soit avec la dispersion d'un prisme ordinaire, soit avec la dispersion de six prismes, afin de pouvoir observer s'il y avait lieu les bandes non résolubles qui ne se voient pas dans un appareil trop puissant. Le miroir, réduit à un seul mouvement, comme dans l'héliostat de M. Prazmowski, était conduit par M. Charlois, qui maintenait sans peine et avec toute la fixité désirable une tache solaire sur la fente du spectroscope.

» Nos études exigeaient de très belles images et par suite un ciel très pur; d'autre part, il était important que les raies telluriques fussent très faibles pour que leurs renforcements fussent bien visibles; il fallait pour cela une station très élevée et un air très sec : Avila remplissait on ne peut mieux toutes les conditions. C'est pourquoi nous avons choisi près de cette ville un petit monticule dont le sommet est à près de 1200^m d'altitude.

» Grâce au bienveillant concours de l'ambassade française à Madrid, aussi bien que des autorités civiles et militaires, l'installation des appareils se fit vite et bien; dès le 26 novembre nous n'avions plus qu'à perfectionner nos réglages et à faire quelques exercices préliminaires. Deux savants professeurs de Physique d'Avila, le Dr Guerras et le Dr Rico devaient, avec une petite lunette de $0^m,75$ d'ouverture, observer les particularités du passage pendant que nous ferions les études spectroscopiques convenues.

» Malheureusement, à partir du 2 décembre, le baromètre se mit à descendre d'une manière continue et fort inquiétante; le 6 décembre, la baisse avait atteint $0^m,027$. Aussi, dans la matinée de ce jour, le ciel, couvert d'une épaisse couche de nuages, ne nous laissait aucun espoir. Depuis midi jusqu'au soir, de violentes bourrasques de pluie et de neige se succédaient presque sans interruption, menaçant à chaque instant d'emporter notre tente et la palissade qui l'entourait.

» Néanmoins, un peu après le premier contact, il se fit une trouée dans les nuages, et nous pûmes voir le Soleil noyé dans des brumes que le vent poussait avec une rapidité extrême. Nous nous hâtâmes de découvrir le miroir et d'aller à nos appareils. Mais les images, à demi voilées par les brumes, ondulaient de telle façon que toute mise au point était impossible. Pendant un quart d'heure environ que dura l'éclaircie, nous fîmes de vains efforts pour obtenir quelque résultat satisfaisant. M. Gouy, avec un seul

prisme, ne vit aucune bande nouvelle, aucun renforcement. Pour mon compte, j'ai cru voir se renforcer le groupe α et les raies telluriques comprises entre D et le vert, mais les conditions étaient si mauvaises qu'il n'y a rien à conclure ni de ce que M. Gouy n'a pas vu, ni de ce que j'ai cru voir. Pendant le reste de la soirée, nous n'avons pu faire aucune observation. »

ASTRONOMIE. — *Photographies de la grande comète de 1882, faites à l'Observatoire du Cap de Bonne-Espérance;* par M. **D. Gill**. Présentées par M. Mouchez.

« Les six photographies de la grande comète que j'ai l'honneur de communiquer à l'Académie ont été prises avec un objectif ordinaire à portrait, de Ross, de 2 ½ pouces ($0^m,117$) d'ouverture et de 11 pouces ($0^m,297$) environ de foyer. Cet objectif, avec sa chambre, était attaché au contrepoids de l'axe de déclinaison d'un équatorial construit par Grubb et monté à l'Observatoire royal du Cap. Tout mouvement communiqué à l'axe de déclinaison faisait mouvoir également le tube de la lunette et la chambre photographique.

» Au moyen du mouvement d'horlogerie et en se servant des mouvements de rappel en ascension droite et en déclinaison, l'image du noyau de la comète (ou d'une étoile) était maintenue sur la croisée de fils du micromètre de la lunette pendant l'exposition. Dans les photographies I, III, IV, le noyau était ainsi suivi; dans les nos II, V et VI, c'était une petite étoile près du noyau.

» Les temps et les durées d'exposition ont été les suivants :

	Dates.			Milieu de l'exposition (T. m. du Cap).	Durée d'exposition.
Photographie I.....	1882.	Octobre	19	$15^h.45^m$	30^m
» II....	»	»	20	15.30	60
» III....	»	»	21	15.40	40
» IV....	»	Novembre	7	14.42	110
» V.....	»	»	13	14. 0	80
» VI....	»	»	14	14.15	140

» Beaucoup de détails visibles sur le négatif original sont perdus dans la copie sur papier : en particulier, l'extension de la curieuse enveloppe en avant du noyau.

» En raison de la netteté avec laquelle les petites étoiles sont indiquées

dans les photographies V et VI, je ne doute pas que des cartes stellaires ne puissent être produites par photographie directe sur le ciel. Dans le cas d'étoiles (objets n'ayant aucun diamètre sensible), la durée de pose varierait inversement comme le carré de l'ouverture de la lentille, et serait indépendante du rapport de l'ouverture à la distance focale. Il n'y aurait, en conséquence, nulle difficulté en raccourcissant la pose ou en photographiant des étoiles beaucoup plus faibles.

» Les plaques V et VI, même avec les moyens limités employés, montrent toutes les étoiles des Catalogues de Lalande et de Stone, et beaucoup d'étoiles jusqu'à la 9e grandeur. En employant une combinaison de plus long foyer par rapport à l'ouverture, il serait probablement possible d'éliminer, dans les limites nécessaires, la distorsion du champ, qui est si évidente dans les photographies et inévitable en raison de la nature de l'objectif employé.

» Je suis maintenant en communication avec M. Dallmeyer à ce sujet, et je me propose de donner suite à ces idées. »

M. **Mouchez**, en présentant ces admirables photographies, fait remarquer que ce sont les plus belles qui aient été encore envoyées jusqu'ici à l'Académie et à l'Observatoire de Paris. Les étoiles, au centre de l'image, sont réduites à un point d'une netteté remarquable, malgré la très longue durée de la pose, qui a été jusqu'à cent quarante minutes pour la sixième épreuve. On voit plus de cinquante étoiles à travers la queue de la comète. La légère augmentation de diamètre qu'on remarque dans les étoiles éloignées du centre provient évidemment de l'appareil à trop court foyer qui a été employé.

Il fallait toute l'habileté bien connue de M. Gill et la pureté du ciel du Cap de Bonne-Espérance pour obtenir un si beau résultat, qui ne permet plus de douter maintenant qu'il sera bientôt possible de faire d'excellentes Cartes célestes par la Photographie.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la formule récemment communiquée à l'Académie au sujet des nombres premiers.* Lettre de M. **E. de Jonquières** à M. Bertrand.

« Paris, le 17 décembre 1882.

« La formule que j'ai présentée à l'Académie, le 4 courant, pour calculer combien il y a de nombres premiers compris entre deux limites, formule

que de très bonne foi je croyais nouvelle, a été, comme je viens de m'en apercevoir, donnée par Legendre dans la IVe Partie de sa *Théorie des nombres*, 2e édition, 1808, p. 414. L'illustre auteur ne se préoccupe pas d'expliquer pourquoi, lorsque plus de deux facteurs premiers sont en cause, la formule élimine d'elle-même du résultat final *tous* les nombres composés sans exception et n'élimine chacun d'eux qu'*une seule fois*, double condition nécessaire; mais la formule exacte s'y trouve. Legendre dit même, page 419, qu'il en a fait usage pour calculer combien il y a de nombres premiers inférieurs à 1000000. Je m'empresse de rétablir les faits, afin que personne ne soit tenté de m'attribuer ce qu'un autre, à mon insu et peut-être avant Legendre, avait déjà découvert. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une Communication de M.* de Jonquières *relative aux nombres premiers*. Note de M. **R. Lipschitz**. (Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite.)

« Ayant lu, dans les *Comptes rendus* du 4 décembre, la Communication de M. de Jonquières sur le nombre exprimant combien il y a de nombres premiers non supérieurs à une limite donnée, j'ai remarqué que le résultat frappant qui y est exposé est intimement lié aux théorèmes d'Arithmétique que vous avez bien voulu présenter à l'Académie, et qui sont insérés aux *Comptes rendus*, t. LXXIX, 1879, p. 948. A cet effet, j'ai considéré, en désignant par [N] le nombre le plus grand, qui ne surpasse pas la quantité réelle et positive N, des séries formées à l'aide de tous les nombres k, qui ne sont divisibles par aucun carré, où les termes sont pris avec signe + ou — selon que le nombre des nombres premiers contenus dans la valeur de k correspondante est pair ou impair, les termes continués jusqu'à ce que les arguments des fonctions s'évanouissent, et j'ai prouvé les théorèmes suivants :

» I. *Pour une quantité quelconque n réelle, positive et plus grande ou égale à l'unité, on a toujours l'équation*

$$\left[\frac{n}{1}\right]-\left[\frac{n}{2}\right]-\left[\frac{n}{3}\right]\mp\cdots=1.$$

» II. *Soient, pour un nombre entier quelconque n, $f(n)$ le nombre des diviseurs, $g(n)$ la somme des diviseurs; $\varphi(n)$ le nombre des nombres premiers à n qui existent dans la série* 1, 2, ..., n; D(n) *le nombre triangulaire* $\frac{n^2+n}{2}$; *soient*

ensuite F(*t*), G(*t*), Φ(*t*) *respectivement les expressions des sommes des fonctions* $f(t)$, $g(t)$, $\varphi(t)$ *prises de* $n = 1$ *jusqu'à* $n = t$. *Cela posé, on a les équations*

$$F(n) - F\left(\left[\frac{n}{2}\right]\right) - F\left(\left[\frac{n}{3}\right]\right) \mp \cdots = n,$$
$$G(n) - 2G\left(\left[\frac{n}{2}\right]\right) - 3G\left(\left[\frac{n}{3}\right]\right) \mp \cdots = n,$$
$$D(n) - D\left(\left[\frac{n}{2}\right]\right) - D\left(\left[\frac{n}{3}\right]\right) \mp \cdots = \Phi(n).$$

» Maintenant, dans le cas du théorème I, divisons les nombres premiers qui n'excèdent pas la valeur de n en deux parties, de sorte que $a, b, \ldots, f$ soient inférieurs ou tout au plus égaux à $n^{\frac{1}{2}}$, par contre $p, q, \ldots, s$ supérieurs à $n^{\frac{1}{2}}$; alors la somme à gauche de (I) est composée de deux parties correspondantes; la première contient comme diviseurs de n l'unité et toutes les combinaisons faites sans répétition avec les nombres $a, b, \ldots, f$, et sera dénotée par

$$\left(\left[\frac{n}{1}\right] - \left[\frac{n}{2}\right] - \left[\frac{n}{3}\right] \mp \cdots\right)_{a, b, \ldots, f};$$

l'autre partie contient tous les termes restants. Mais évidemment chaque nombre employé comme diviseur dans celle-ci doit être divisible par un seul des nombres $p, q, \ldots, s$, parce que le produit de deux de ces nombres surpassera déjà la valeur n. C'est pourquoi les termes correspondant aux nombres divisibles par un nombre quelconque p sont les suivants :

$$-\left[\frac{n}{1.p}\right] + \left[\frac{n}{2.p}\right] + \left[\frac{n}{3.p}\right] \pm \cdots,$$

où les facteurs 1, 2, 3, ... représentent toutes les combinaisons prises sans répétition avec les nombres $a, b, \ldots, f$.

» Mais la valeur de cette somme se détermine par le théorème (I) luimême comme égale à l'unité prise négativement. Donc la seconde partie de la somme totale à gauche de (I) devient égale à l'unité négative prise autant de fois qu'il y a de nombres premiers $p, q, \ldots, s$. En désignant ce nombre par L(n), nous sommes donc conduit à l'équation

$$\text{(III)} \qquad \left(\left[\frac{n}{1}\right] - \left[\frac{n}{2}\right] - \left[\frac{n}{3}\right] \mp \cdots\right)_{a, b, \ldots, f} = 1 + L(n),$$

qui coïncide avec le théorème proposé par M. de Jonquières.

» Un raisonnement semblable s'applique facilement aux trois équa-

tions (II). En adoptant les significations correspondantes, on trouve ainsi, pour un nombre entier quelconque n, les trois équations

$$(\mathrm{IV})\quad\left\{\begin{aligned}&\left\{F(n)-F\left(\left[\frac{n}{2}\right]\right)-F\left(\left[\frac{n}{3}\right]\right)\mp\cdots\right\}_{a,b,\ldots,f}\\&\quad=n+\left[\frac{n}{p}\right]+\left[\frac{n}{q}\right]+\cdots+\left[\frac{n}{s}\right],\\&\left\{G(n)-2G\left(\left[\frac{n}{2}\right]\right)-3G\left(\left[\frac{n}{3}\right]\right)\mp\cdots\right\}_{a,b,\ldots,f}\\&\quad=n+p\left[\frac{n}{p}\right]+q\left[\frac{n}{q}\right]+\cdots+s\left[\frac{n}{s}\right],\\&\left\{D(n)-D\left(\left[\frac{n}{2}\right]\right)-D\left(\left[\frac{n}{3}\right]\right)\mp\cdots\right\}_{a,b,\ldots,f}\\&\quad=\Phi(n)+\Phi\left(\left[\frac{n}{p}\right]\right)+\Phi\left(\left[\frac{n}{q}\right]\right)+\cdots+\Phi\left(\left[\frac{n}{s}\right]\right).\end{aligned}\right.$$

» Les quatre équations (III) et (IV) jouissent de la propriété commune, que des sommes de fonctions arithmétiques, dépendant des nombres premiers supérieurs à $n^{\frac{1}{2}}$ et non supérieurs à n, y sont exprimées par des sommes dépendant des nombres premiers non supérieurs à $n^{\frac{1}{2}}$. Or, mon attention s'est fixée sur la distinction plus générale des nombres premiers non supérieurs à une limite n, qui est introduite par Riemann dans le Mémoire *Sur le nombre des nombres premiers n'excédant pas une limite donnée*. En m'appuyant sur cette distinction, j'ai réussi à trouver des théorèmes qui contiennent les théorèmes III et IV comme cas spéciaux. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Réponse à une Note récente de M.* L. Lalanne, *sur la vérification et l'usage des Cartes magnétiques*; par M. le général **Al. de Tillo.**

« C'est avec plaisir que j'ai lu la Note de M. Léon Lalanne aux *Comptes rendus* (1), et je m'empresse de répondre à ses critiques.

» Tout d'abord, la différence entre ma Carte magnétique A et la Carte B ne provient nullement d'une défectuosité typographique ou d'une erreur. Dans mon Mémoire, publié par l'Académie impériale de Saint-Pétersbourg (vol. VIII du *Répertoire météorologique*, rédigé par M. H. Wild), on trouve la description détaillée de la construction des deux Cartes. La Carte A con-

(1) *Comptes rendus*, n° 22, 27 novembre 1882, p. 1020 de ce Volume.

tient le tracé définitif des lignes isogoniques d'après mes recherches, tandis que la Carte B n'est qu'une combinaison des Cartes magnétiques du général Sabine, pour l'époque 1842 [1], avec la Carte isogonique de l'Amirauté anglaise pour l'an 1880 [2]. Ceci explique pourquoi la Carte B, qui est de provenance anglaise, a pour premier méridien celui de Greenwich, tandis que, sur la Carte russe A, les longitudes sont comptées du méridien de Poulkowa. Pour l'usage pratique, il ne faut utiliser que la Carte A et non la Carte B.

» Par rapport à l'échelle, je dois dire que ma Carte manuscrite possède une échelle trois fois plus grande; mais, pour diminuer les frais de la publication, j'ai trouvé pratique de me borner à la grandeur de la Carte A, qui permet d'évaluer les déclinaisons avec l'exactitude de quelques minutes, ce qui me paraît tout à fait suffisant dans l'état actuel de nos connaissances sur le magnétisme terrestre.

» Les observations magnétiques de 1837, quoique exécutées avec des instruments avariés, mais par un observateur très consciencieux, peuvent être employées pour déduire la variation annuelle de la déclinaison dans la région du Donetz. Les observations de M. Lalanne sont les seules qui existent dans cette région, antérieurement aux déterminations de feu J. Smirnoff.

» C'est surtout l'observation de Kamenskaja qui est précieuse, car on peut la comparer directement avec celle de J. Smirnoff, en 1876. En comparant les deux observations :

	Latitude.	Longitude de Poulkova.	Déclinaison en 1837.	Déclinaison en 1876.
Kamenskaja st.	48°20′	9°55′ E.	+ 3°36′	— 0°13′

il est facile d'en déduire que le changement annuel de la déclinaison a été, dans cette région, de — 5′,9 pendant la période de 1837 à 1876. Ce résultat est tout à fait concordant avec ma Carte C, qui donne les lignes d'égale variation séculaire de la déclinaison avec l'erreur probable $\pm 1'$.

» Puisque les différences entre les déclinaisons observées par M. Lalanne et le tracé normal des lignes isogoniques n'atteignent pas même 1°,5, il n'y a aucune raison de ranger les irrégularités Louganet à Gondourowskaja au nombre des anomalies locales, car, comme j'ai pris soin de le démontrer dans mon Mémoire, on ne peut considérer comme anomalies que les divergences qui dépassent $\pm$ 1°,5 pour la déclinaison. »

(1) *Philosophical Transactions*, vol. CLXII.

(2) *Chart of equal variation*, by commander Creak.

M. L. **Lalanne** fait suivre cette Communication des réflexions suivantes :

« Je n'ai rien à objecter et peu de chose à ajouter à la Réponse très courtoise de M. le général de Tillo. La petite discordance que j'ai signalée entre les résultats des Cartes A et B n'est pas contestée; seulement il est établi qu'on doit l'attribuer à l'origine même des travaux résumés en 1842 par le général Sabine (carte B), en 1880 par le général de Tillo (carte A); que l'œuvre de celui-ci, plus récente, exécutée dans le pays même de l'auteur, offre plus de garanties d'exactitude : c'est ce dont il n'est guère permis de douter aujourd'hui, d'après les explications qu'il donne. Si, pour mes comparaisons, j'avais donné la préférence à la Carte B, c'est qu'elle s'accorde mieux avec les résultats de mes observations de 1837. Mais, en présence de l'opinion autorisée de M. le général de Tillo, qui prend soin d'avertir que des différences n'atteignant pas 1°30′ entre les résultats d'observations et le tracé normal des lignes isogoniques peuvent être admises, sans recourir à des anomalies locales, je renoncerai volontiers à la correction de — 12′ que j'avais proposée pour les lectures faites sur la Carte A. Le plus grand des écarts entre les résultats de mes observations de 1837 et ceux que fournissent les Cartes de M. de Tillo ne sera encore que de 1° 5′ 40″; le plus petit sera de 7′ 34″, et tous ont lieu dans le même sens. Lorsque j'opérais, au début de ma carrière, dans les conditions défavorables que j'ai exposées, je n'aurais pas osé prétendre à autant d'exactitude relative, et je suis heureux de voir que M. le général de Tillo ait trouvé dans une de mes observations une confirmation de celle que M. Smirnoff a faite à Kamenskaja trente-neuf ans après moi. »

ÉLECTRICITÉ. — *Méthode électrodynamique pour la détermination de l'ohm. Mesure expérimentale de la constante d'une bobine longue.* Note de M. G. **Lippmann**, présentée par M. Jamin.

« La force électromotrice employée dans cette méthode est produite par le déplacement relatif de deux circuits, comme dans l'expérience bien connue de M. Kirchhoff; l'ensemble du dispositif est à peu près le même que dans la méthode de M. Lorenz.

» **1.** Un cadre mobile tourne autour d'un de ses diamètres avec une vitesse uniforme de n tours par seconde. Il est placé à l'intérieur d'une bobine fixe parcourue par un courant d'intensité i, lequel parcourt en même temps le fil dont on cherche la résistance. Le circuit induit n'est fermé que pendant un instant très court, au moment où la force électromotrice passe par sa valeur maxima e; à ce moment elle est opposée à la

différence de potentiel qui naît entre deux points A et B choisis sur le fil de telle façon qu'il y ait équilibre; l'équilibre est constaté au moyen d'un galvanoscope sensible. Si l'on appelle r la résistance de la portion de fil comprise entre les sections droites qui passent par A et B, S la surface enveloppée par le fil induit, C une constante particulière aux bobines employées, on a la condition d'équilibre suivante, laquelle fournit en même temps la valeur de r,

$$r = 2\pi n \mathrm{CS}.$$

» L'emploi d'un cadre portant p tours de fil donne des forces électromotrices p fois plus grandes que si l'on se servait du disque de M. Lorenz. L'influence des perturbations thermo-électriques devient par suite négligeable.

» On sait que la détermination de C par le calcul est assez compliquée pour qu'on ne puisse facilement en indiquer l'approximation. Je crois qu'on peut éviter tout calcul en opérant de la façon suivante. Si l'on employait une bobine fixe, infiniment longue par rapport à son diamètre, C serait connu : on aurait exactement $C = \frac{4\pi}{d}$, d étant la distance moyenne entre deux tours du fil; or, on ne peut construire une bobine infiniment longue, mais on peut obtenir un résultat équivalent. On met d'abord le cadre mobile au centre d'une bobine fixe, dont la longueur est par exemple de 2^m, et l'on obtient les points A et B, comme il a été dit. Puis, laissant le cadre mobile à sa place, on amène la bobine fixe dans une seconde position qui est le prolongement de la première : on obtient ainsi sur le fil métallique un nouvel intervalle BB′ placé à la suite de AB; le petit segment additif BB′ est l'allongement subi par AB lorsque la bobine inductrice s'allonge de 2^m. On peut ainsi allonger indéfiniment la bobine inductrice, par voie de simple déplacement d'un même segment. On arrive d'ailleurs très promptement à des segments additifs négligeables par rapport à AB. La détermination est alors terminée.

» On remarquera que cette méthode est des plus directes : elle n'exige aucun calcul de réduction ou de correction. Si les points de dérivation, tels que A et B, sont des pointes d'aiguille, la distance finale entre ces pointes d'aiguille est le résultat final cherché, sans correction. Il en résulte que le contrôle de la méthode est également direct.

» 2. Le mode de détermination expérimentale de C qui vient d'être exposé s'applique encore à d'autres problèmes que la construction de l'ohm : on peut notamment s'en servir pour construire une boussole des tangentes ou un dynamomètre absolu.

» A cet effet, on dispose soit un aimant mobile, soit une bobine mobile, au centre d'une bobine fixe. La constante de l'instrument est égale à $\frac{4\pi}{d} - \delta$, δ étant la somme des moments des déviations que l'on obtient en éloignant successivement la bobine fixe jusqu'à l'infini. »

PHYSIQUE. — *Mesure de l'intensité photométrique des raies spectrales de l'hydrogène.* Note de M. **H. Lagarde**, présentée par M. Berthelot.

« Le spectre d'un gaz, dans des conditions déterminées de température et de pression, n'est pas complètement défini par les longueurs d'onde des diverses raies qui le composent. Lorsqu'on fait varier la pression et l'énergie calorifique de la décharge, l'intensité de ces raies se modifie suivant une loi inconnue; cette intensité peut même devenir nulle pour une ou plusieurs raies particulières, dans des conditions déterminées; d'autres raies peuvent, au contraire, devenir visibles pour des valeurs spéciales de la température et de la pression. Ces variations d'intensité font donc changer, dans chaque circonstance expérimentale, la physionomie du spectre, qui ne sera défini que si l'on donne les intensités des raies qui le composent. C'est à l'étude de la mesure de ces intensités que je me suis attaché.

» En valeur absolue, l'énergie radiante d'une vibration, de longueur d'onde déterminée, devrait s'exprimer en unités calorifiques ou mécaniques; mais la faiblesse des spectres gazeux interdit toute tentative directe dans cette voie et nécessite l'usage d'une comparaison photométrique.

» L'emploi d'un spectrophotomètre, disposé de manière à donner des évaluations précises et comparables, comme l'a montré M. Crova ([1]), s'impose naturellement dans ces sortes de déterminations. La partie capillaire du tube spectral étant placée en face de la demi-fente de l'instrument et à une distance constante, on reçoit latéralement, sur un prisme à double réflexion totale recouvrant l'autre moitié de la fente, la lumière d'une lampe qui a traversé un système de deux nicols, dont l'un est mobile sur un cercle gradué. Si l'on ouvre un peu la fente, les raies spectrales prennent une largeur suffisante pour remplir la fente oculaire et se trouvent immédiatement en contact avec la portion de même longueur d'onde du spectre de la lampe; on mesure la rotation du nicol, qui donne l'égalité d'intensité. Avec un peu d'habitude, cette mesure est susceptible de beaucoup de pré-

---

([1]) *Comptes rendus*, t. XCIII, p. 512 (1881), et *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXII, p. 513.

cision, si l'on se sert d'un bon spectrophotomètre. Le nouvel instrument dont je me sers, construit par M. Duboscq sur les indications de M. Crova, ne laisse rien à désirer à ce sujet.

» La lampe employée est l'étalon Carcel, placé sur la balance automatique de M. Deleuil, dont la marche et le réglage ont été étudiés précédemment (¹). Les intensités obtenues sont ramenées à une consommation normale d'huile de 42^{gr} à l'heure.

» Mes recherches ont porté sur le spectre de l'hydrogène, qui a l'avantage de donner des raies bien nettes, situées dans des régions différentes du spectre. Le tube spectral à électrodes d'aluminium a été illuminé, au début de ces recherches, par l'étincelle d'une bobine de Ruhmkorff ordinaire, actionnée par $3^{él}$ Bunsen, et plus tard par une machine de Holtz. Pour faire varier l'énergie calorifique de l'étincelle, on s'est borné primitivement à interposer, dans le circuit inducteur, des longueurs variables ($R = 14^{cm}, 10^{cm}, 6^{cm}, 2^{cm}$) de fil de maillechort fin. Cette première disposition permet de voir nettement le sens du phénomène; elle a été remplacée, pour des mesures définitives en voie d'exécution, par une autre plus précise.

» Le tube à gaz peut être mis en relation, par un robinet à trois voies, soit avec un système de tubes à anhydride phosphorique, communiquant avec un producteur d'hydrogène pur, soit avec les appareils à faire le vide. On commence par faire le vide au moyen de la pompe à mercure d'Alvergniat; on le complète au moyen d'une trompe à mercure à six chutes, de la construction de MM. Alvergniat frères. A l'aide de ce bel appareil, on obtient rapidement toutes les pressions comprises entre 7^{mm}, pour laquelle l'étincelle commence à passer, et $\frac{1}{1000000}$ d'atmosphère. La jauge de Mac Leod, jointe à l'instrument, mesure ces pressions avec exactitude.

» Voici quelques-unes des séries obtenues pour les raies $H\alpha, H\beta, H\gamma$, en faisant varier la pression et l'énergie de la décharge. On a fait arbitrairement égale à 1000 l'intensité des régions correspondantes du spectre de la lampe, dans le cas des nicols parallèles.

	Pression de $6^{mm},5$.	Raie		
		rouge.	bleue.	violette.
R...........	14	3,6	5,5	17,2
R...........	10	6,2	7,5	18,1
R...........	6	7,5	12,4	19,6
R...........	2	9,5	22,6	36,7

(¹) *Détermination du pouvoir éclairant des radiations simples*, par MM. Crova et Lagarde (*Journal de Physique*, 2ᵉ série, t. I; 1882).

	Pression de $0^{mm},542$.	Raie rouge.	Raie bleue.	Raie violette.
R...........	14	8,8	25,8	65,8
R...........	10	12,9	34,2	86,1
R...........	6	28,3	72,5	140,2
R...........	2	49,4	152,1	240,9

	Pression de $0^{mm},010$.	Raie rouge.	Raie bleue.	Raie violette.
R...........	14	12,6	39,3	110,9
R...........	10	17,8	55,0	133,8
R...........	6	38,5	94,9	176,4
R...........	2	76,1	183,2	289,6

» Les courbes tracées au moyen de ces valeurs montrent l'inégalité d'intensité des trois raies, inégalité variable avec la décharge induite. A mesure que la pression diminue, les ordonnées augmentent considérablement et la courbe se redresse dans son ensemble. Pour la pression de $6^{mm},5$, la courbe de la raie rouge se réduit à une ligne droite.

» Dans les conditions diverses où j'ai opéré, j'ai pu faire d'assez nombreuses observations sur l'influence des impuretés, la nature des stratifications et la production de l'état sensitif (¹) dans les tubes raréfiés. Je continue ces expériences, en mesurant la différence de potentiel aux deux extrémités du tube et en illuminant le tube par la décharge de la machine de Holtz.

» Des résultats actuels, il serait prématuré de tirer des conclusions définitives; j'ai voulu, dans cette première Note, me borner à indiquer les premiers résultats de ces recherches et à montrer le sens général du phénomène. »

CHIMIE. — *Sur les pressions instantanées produites pendant la combustion des mélanges gazeux.* Note de MM. **Mallard** et **Le Chatelier**, présentée par M. Daubrée.

« En présentant à l'Académie nos expériences sur l'enregistrement photographique des flammes (²), nous avons insisté sur les vibrations qui se produisent pendant que l'inflammation se propage dans un tube et sur

(¹) W. Spottiswoode et Moulton, *Philosophical Transactions*, p. 165; 1879.
(²) *Comptes rendus*, 2 octobre 1882.

les pressions considérables, mais d'une très courte durée, qui les accompagnent. Des pressions qui pulvérisent en fragments de moins de $0^m,01$ des tubes de $0^m,03$ de diamètre et de $0^m,003$ d'épaisseur doivent être énormes; mais nos expériences sont impuissantes à en mesurer la grandeur. Par contre, elles donnent une idée de la faible durée pendant laquelle elles se maintiennent. Les photographies montrent, en effet, clairement que, lorsque la vibration qui produit l'onde explosive a pris naissance, le gaz enflammé et lumineux est projeté hors du tube, c'est-à-dire parcourt une longueur de 3^m en moins d'un millième de seconde. La pression maxima ne doit pas durer beaucoup plus de quelques millioniémes de seconde.

» Nous désirons aujourd'hui appeler l'attention de l'Académie sur les faits analogues que nous avons eu l'occasion de constater dans le cours de nos expériences concernant les pressions développées, en vase clos, par la combustion des mélanges gazeux. Par suite de diverses circonstances, ces expériences n'ont encore reçu qu'une publicité partielle dans les *Comptes rendus*, où nous avons dû nous borner à enregistrer les résultats que nous avions plus particulièrement en vue, relatifs aux températures développées et aux chaleurs spécifiques.

» Nous avons eu d'abord recours à l'appareil imaginé par M. Deprez, pour la mesure des pressions. Au fond du vase clos, dans lequel brûle le gaz, se trouve un piston mobile, sans frottement, maintenu par un ressort dont on connaît la tension. Dès que la pression intérieure dépasse la tension du ressort, le piston s'abaisse, et, si léger que soit cet abaissement, il suffit à faire cesser la pression exercée sur une languette horizontale que sollicite un effort constant. Cette languette se met alors immédiatement en mouvement. Par contre, dès que la pression intérieure devient plus petite que la tension du ressort, la languette est pressée de nouveau et s'arrête.

» Or, en opérant avec des mélanges gazeux de H et O, nous avons constaté que la languette pouvait prendre de petits mouvements, même lorsque la tension du ressort était portée jusqu'à 20^{atm}, c'est-à-dire que la pression intérieure pouvait dépasser de plus de 9^{atm} la pression qui correspond réellement à la température de combustion, et que nous avons observée par d'autres procédés. La durée pendant laquelle se maintenait cet excès anomal de la pression intérieure était d'ailleurs très courte, et nous nous sommes assurés qu'elle était inférieure à un dix-millième de seconde; notre appareil ne nous permettait pas d'apprécier des durées moindres. Il est certain que l'excès maximum de pression observé est une limite très inférieure de celui qui se produit en réalité.

» Ces pressions anomales ne s'observent pas, à beaucoup près, au même

degré avec tous les mélanges gazeux. Elles sont peu sensibles avec les mélanges pour lesquels la vitesse de propagation de la combustion est faible, comme ceux de CH^4 et de CO avec l'air; elles sont au contraire très intenses pour les mélanges gazeux à vitesse de propagation rapide, tels que ceux de CH^4 et de H avec O.

» Il était évident que ces pressions fugitives ne pouvaient être attribuées au changement de volume que tendent à produire la combinaison et la température due à la combustion. Les pressions qu'engendrent ces phénomènes ne peuvent en effet disparaître que sous l'influence du refroidissement, dont la vitesse est extrêmement inférieure à celle avec laquelle s'évanouissent les pressions que nous appelons anomales.

» Pour nous soustraire aux complications qu'introduisait ce phénomène dans la mesure de l'effet que nous avions principalement en vue, nous avons eu recours à un autre appareil dans lequel les pressions étaient enregistrées par un manomètre Bourdon rempli de liquide et ne communiquant avec le gaz que par un robinet rétréci. Malgré ces précautions, nous observions encore, dans le premier instant, un surcroît sensible de pression lorsque nous opérions avec des mélanges de H et O.

» Nous avions cherché à nous expliquer ces pressions anomales par l'hypothèse suivante. Nous supposions que la première tranche de gaz brûlé comprime la tranche suivante non encore brûlée; si la vitesse de propagation est suffisante, il peut arriver que la compression de cette seconde tranche ne soit pas encore complètement dissipée quand elle arrive à brûler; l'excès de pression produit alors une augmentation dans la température de combustion. Les températures de combustion, et par suite les compressions, vont alors en croissant d'une tranche à la tranche suivante. Pendant la propagation de la combustion, la pression n'est donc pas uniforme dans l'enceinte, et la pression fugitive maxima qui est indiquée par l'appareil Deprez est celle que la combustion développe, au moment où elle l'atteint, dans la tranche immédiatement en contact avec le piston.

» La vérité de cette explication nous paraît avoir été confirmée par la découverte de l'onde explosive qui est due à MM. Berthelot et Vieille. Il suffit en effet, pour expliquer la production de cette onde, d'ajouter à la théorie précédente que la compression croissante des tranches successives peut, à un certain moment, devenir suffisante pour porter à elle seule le gaz à la température d'inflammation. A partir de cet instant, la combustion doit, en effet, se propager avec la vitesse de propagation de la compression, c'est-à-dire avec la vitesse du son.

» Il est vrai que la vitesse de l'onde explosive, telle que l'ont mesurée

MM. Berthelot et Vieille, est supérieure à la vitesse du son déterminée par les observations. Mais cette différence est attribuable à l'intensité de la compression et aux conditions de température du milieu, conditions si différentes de celles dans lesquelles la vitesse du son a été mesurée.

» Notre théorie rend d'ailleurs bien compte de l'éclat si intense qui se produit par la combustion en vase clos du mélange d'hydrogène et d'oxygène. L'accroissement d'éclat correspond sans doute à l'augmentation de température due à l'augmentation considérable, mais instantanée, de la pression, au moment de la combustion de chacune des tranches gazeuses. Un accroissement d'éclat analogue se remarque aussi très nettement dans nos photographies, au moment où l'onde explosive prend naissance.

» Les observations et les considérations qui précèdent mettent bien en évidence la production, pendant la propagation de la combustion, de pressions considérables, mais instantanées. Cette instantanéité s'oppose à ce qu'on puisse en mesurer la grandeur; une pression de 100^{atm}, chiffre qui n'est peut-être pas exagéré dans l'espèce, agissant pendant un millionième de seconde seulement, sur un piston du poids de 1^{gr} et de 1^{cq} de surface, ne communiquerait, en effet, à celui-ci qu'un déplacement insensible de un demi-millième de millimètre. »

CHIMIE. — *Sur le bisulfhydrate d'ammoniaque*. Note de M. **Isambert**.

« L'étude des vapeurs du bisulfhydrate d'ammoniaque en présence d'autres composés ne m'ayant pas permis d'établir expérimentalement la constitution des vapeurs émises par ce corps, les phénomènes se compliquant de réactions secondaires, j'ai cherché la solution de ce problème dans l'examen des propriétés physiques de ces vapeurs.

» En faisant passer par endosmose ces vapeurs à travers un tube en porcelaine poreuse bien sec, j'ai pu constater, par l'analyse, que le gaz ammoniac se trouvait en excès dans le gaz qui avait traversé la paroi poreuse, ce qui indique une décomposition au moins partielle de la vapeur de bisulfhydrate en ses éléments; mais il est impossible d'établir ainsi le degré de décomposition.

» J'ai alors cherché à mesurer la compressibilité de la vapeur au voisinage de son point de saturation. Mes expériences ont été faites entre 35° et 40°, à des pressions qui ont varié de $0^m,720$ à $1^m,030$. Le tube gradué contenant la vapeur non saturée était maintenu à température constante à l'aide de l'appareil de Regnault pour la mesure des forces élastiques de la

vapeur d'eau au-dessous de 100°. Les pressions étaient mesurées à l'aide d'un tube manométrique relié par un tube de caoutchouc épais à l'éprouvette renversée qui contenait le bisulfhydrate; il suffisait d'élever ou d'abaisser ce tube pour changer la pression : les lectures étaient faites à l'aide d'un petit cathétomètre Golaz, donnant le dixième de millimètre. Dans le tube gradué, 1^{cc} occupait une longueur de $0^m,005$, et l'appréciation du volume gazeux contenu dans la dernière division se faisait en mesurant la distance du niveau du mercure au trait précédent. L'erreur de lecture étant au plus de 1 à 2 dixièmes de millimètre sur la règle, l'erreur sur la mesure du volume devait varier de 2 à 4 centièmes de millimètre cube. L'expérience a montré que les variations du volume ramené à zéro, les mesures ayant été faites à la même pression et à des températures voisines, mais à plusieurs jours d'intervalle, atteignent seulement en effet 3 ou 4 centièmes de centimètre cube, ce volume étant de $38^{cc},56$ environ : c'est une erreur relative de $\frac{1}{1000}$.

» Les expériences de M. Regnault, pour une variation de pression de 1^{atm} à 2^{atm}, ont donné $\frac{P_0V_0}{PV} = 1,01083$ pour l'acide sulfhydrique, 1,01881 pour le gaz ammoniac; il en résulterait pour le mélange des deux gaz à volumes égaux une quantité légèrement inférieure à la moyenne 1,01482, car, la pression propre à chaque gaz étant réduite à la moitié de sa valeur, le rapport $\frac{P_0V_0}{PV}$ se rapproche de l'unité et diminue. Les expériences de M. Amagat ont montré que ce rapport diminue rapidement avec la température : ainsi l'acide sulfureux donne, à 15°, $\frac{P_0V_0}{PV} = 1,0185$, et à 50°, 1,011 seulement. En admettant que ces lois soient générales et s'appliquent à l'acide sulfhydrique et à l'ammoniaque, le coefficient deviendrait environ 1,01 vers 40°.

» D'un autre côté, les expériences nombreuses de Bineau, Regnault, etc., et en dernier lieu celles de M. Herwig, ont établi que, pour les vapeurs liquéfiables, au voisinage du point de saturation, ce rapport croît rapidement et dépasse 1,1. Il résulte, des mesures nombreuses que j'ai faites pour la mesure de la loi de compressibilité de la vapeur fournie par le bisulf-

(1) Les expériences directes que j'ai faites pour mesurer la compressibilité du gaz ammoniac entre 35° et 40° m'ont donné, pour une variation de pression de 550^{mm} à 840^{mm}, un coefficient $\frac{P_0V_0}{PV} = 1,015$, ce qui s'accorde avec les lois énoncées plus haut.

hydrate d'ammoniaque, que le rapport $\frac{P_0V_0}{PV}$ varie entre 1,007 et 1,008, même quand la pression diffère de sa valeur maximum. La vapeur se comporte donc comme un mélange des deux gaz, sans qu'on puisse admettre l'existence d'une proportion notable de bisulfhydrate non décomposé.

» Je conclus de ces expériences que, conformément à l'opinion de plusieurs savants, le bisulfhydrate d'ammoniaque se vaporise en se séparant en ses deux éléments. Nos expériences sur l'action d'un excès des gaz composants donnent alors les lois de la décomposition de ce genre de composés. A une température donnée, dans le vide ou dans un gaz inerte, la décomposition est arrêtée par une certaine pression P des gaz composants.

» Cet équilibre, qui correspond à la tension maximum, peut se produire soit par la pression de volumes égaux des deux gaz, soit par l'action de volumes différents, en excès suffisant de l'un quelconque des gaz pouvant remplacer par sa pression l'action de l'autre. A la même température, la pression totale augmente à mesure que la tension des gaz libres augmente; P étant la tension maximum du sulfhydrate à une certaine température, h la pression du gaz libre en excès, la pression totale du mélange gazeux saturé devient $P' = \sqrt{P^2 + h^2}$ (1), formule qu'il est facile de se représenter géométriquement.

» J'ai complété ces recherches en mesurant la chaleur de volatilisation du bisulfhydrate d'ammoniaque à des températures comprises entre 27° et 132° et à des pressions variables. L'appareil était du même genre que celui dont se sert M. Berthelot pour la détermination des chaleurs latentes; seulement la vapeur de sulfhydrate arrivait au vase condensateur plongé dans le calorimètre, après avoir circulé dans un serpentin métallique de petit diamètre et maintenu à température constante par un courant de vapeur. Les résultats obtenus se rapprochent beaucoup de 23 calories, nombre donné par M. Berthelot pour la chaleur de formation du bisulfhydrate d'ammoniaque solide aux dépens de ses éléments pris à l'état gazeux. La production directe du sulfhydrate ou la condensation de sa vapeur donnent donc le même nombre de calories. En faisant arriver dans un appa-

(1) En effet, j'ai montré (*Comptes rendus*, t. XCIV, p. 958) que, en appelant x et y les pressions des deux gaz, on a $x + y = P'$ et $xy = \frac{P^2}{4}$. En introduisant du gaz libre à la pression h, on a $y = x + h$ ou $x^2 + hx = \frac{P^2}{4}$ et $2x = -h + \sqrt{P^2 + h^2}$; la pression totale, étant $x + y$ ou $2x + h$, est donc $P' = \sqrt{P^2 + h^2}$.

reil semblable à celui employé par M. Berthelot dans l'étude de l'hydrate de chloral les deux gaz, acide sulfhydrique et ammoniac, à la température de 33°, en sorte qu'il n'y ait pas de condensation, je n'ai observé aucune élévation de température, ce qui s'explique très bien si les gaz ne se combinent pas à 33° et à la pression ordinaire. Ce qui pourrait s'interpréter aussi en supposant que la chaleur de combinaison des deux gaz à l'état gazeux est nulle, hypothèse difficile à admettre, car le nombre 23 est trop supérieur aux valeurs habituelles des chaleurs de vaporisation.

» En résumé, toutes les mesures effectuées s'interprètent facilement dans l'hypothèse d'une décomposition complète du bisulfhydrate qui se réduit en vapeurs, mais la loi de compressibilité que suivent ces vapeurs ne permet pas de supposer qu'on ait autre chose qu'un mélange d'acide sulfhydrique et d'ammoniaque à volumes égaux. Cette méthodepourra, j'espère, s'appliquer dans bien d'autres cas. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un cas d'isomérie physique du camphre monochloré.* Note de M. P. CAZENEUVE, présentée par M. Wurtz.

« Nous avons eu l'honneur de présenter cette année à l'Académie la découverte d'un camphre monochloré remarquable par sa stabilité, isomère du camphre monochloré de Wöhler, moins stable. Nous avons obtenu ce corps en faisant passer un courant de chlore sec dans une solution de camphre au sein de l'alcool absolu, faite suivant le rapport des poids moléculaires (760gr camphre, 230gr alcool). 1200gr de sel marin ont été employés et ont suffi pour atteindre ce premier terme de chloruration. Le camphre monochloré se dépose par refroidissement du liquide. Il suffit de le recueillir, de le dépouiller du liquide mère, de le laver à l'eau, puis de le faire cristalliser deux fois dans l'alcool pour l'obtenir sous forme de magnifiques prismes.

» L'analyse du liquide mère nous a révélé un cas d'isomérie physique très remarquable de ce camphre monochloré. Chassant la majeure partie de l'acide chlorhydrique par la chaleur, on obtient par refroidissement une nouvelle masse cristalline que des lavages à l'alcool à 40° C. dépouillent de la presque totalité de l'acide.

» Plusieurs cristallisations dans l'alcool à 90° donnent des cristaux à peu près purs. Toutefois, la purification complète pour enlever toute trace d'acide chlorhydrique exige quelques minutes d'ébullition avec une solution alcoolique de nitrate d'argent. Le corps est reprécipité par l'eau,

lavé et mis à cristalliser à nouveau dans l'alcool. Le rendement est considérable et est sensiblement équivalent à celui du camphre monochloré normal, dont il présente la même composition centésimale, tout en offrant des propriétés physiques très différentes.

» L'analyse a donné :

		$C^{10}H^{15}ClO$ exige
C	63,98	64,34
H	7,93	8,04
Cl	19,45	19,03
O	8,64	8,59
	100,00	100,00

Il est très soluble dans l'alcool à froid, beaucoup plus soluble que le camphre monochloré normal. La volatilité de ces corps ne permet pas de donner un coefficient de solubilité exact. J'estime le premier quatre fois plus soluble que le second environ.

» L'alcool bouillant paraît dissoudre cet isomère en toutes proportions. Par le froid on obtient des cristaux constamment microscopiques, d'une grande blancheur, se présentant sous forme d'arborescences avec ramifications renflées en massue. Le camphre monochloré normal cristallise dans ces conditions sous forme de prismes volumineux de plusieurs centimètres de longueur. Nous ferons remarquer que nous avons signalé précisément un camphre bichloré isomère d'un camphre bichloré normal, qui offre le même caractère cristallin et les mêmes différences avec son congénère.

» Cet isomère est mou comme le camphre, se masse sous le pilon. Le camphre monochloré normal est dur et se pulvérise facilement. Il est très soluble dans la plupart des véhicules qui dissolvent le corps normal, éther, sulfure de carbone, chloroforme, etc. Il se dissout même avec plus de facilité, se liquéfiant dans leurs vapeurs, comme le font les camphres bichlorés.

» Comme son congénère, il est insoluble dans l'eau et a une saveur aromatique et amère, une odeur camphrée piquante.

» Il se liquéfie au contact de l'hydrate de chloral solide, comme le font le camphre et le camphre bichloré isomère déjà signalé.

» Son pouvoir rotatoire est dextrogyre :

$$[a]_j = +57.$$

» Le camphre monochloré normal donne

$$[a]_j = +90.$$

» Il fond à 100°, mais commence à se ramollir à 95°. Il se solidifie à 98°. Son congénère normal fond exactement à 83°-84°.

Il distille de 230° à 237° environ, avec ascension lente, mais continuelle, du thermomètre. Comme le camphre monochloré normal qui distille de 244° à 247°, il se décompose partiellement et laisse finalement un petit résidu charbonneux.

» Après distillation, cet isomère est retrouvé avec ses propriétés physiques primitives, caractère que présente également son congénère.

» Ainsi la solubilité beaucoup plus grande de ce camphre monochloré, dans les dissolvants, son caractère cristallin très net et constant, ses points de fusion et de distillation, son pouvoir rotatoire également différent de ceux du corps normal, nous autorisent à conclure à l'isomérie physique.

» Cette observation est d'autant plus intéressante que nous la retrouvons pour le camphre bichloré.

» Nous disons *isomérie physique*, car, sous l'influence de la potasse alcoolique à l'ébullition, cet isomère se transforme, au bout de quelque temps, en son congénère normal. Il se forme en même temps une matière résinoïde, acide, non chlorée, qui reste combinée à la potasse, et un peu de chlorure de potassium.

» On obtient une magnifique cristallisation au sein de la solution potassique alcoolique, colorée en jaune, après refroidissement. Ces cristaux, lavés à l'alcool, puis à l'eau et recristallisés dans l'alcool, fondent à 83-84°. Ils ont donné à l'analyse, pour 0,30 de matière :

			Pour 100.
H^2O	0,2175	Soit H	8,05
CO^2	0,709	Soit C.	64,4

» Ces résultats ne laissent aucun doute sur la véritable nature du corps obtenu, dont les autres propriétés se confondent d'ailleurs absolument avec celles du camphre monochloré normal.

» En résumé, nous nous croyons pleinement autorisé, d'après l'ensemble des propriétés physiques signalées, d'après cette action de la potasse alcoolique, à voir entre nos deux camphres monochlorés un cas d'isomérie phy-

sique, l'analogie des propriétés chimiques et le passage de l'un à l'autre ne nous permettant pas de conclure à une différence de constitution chimique.

» Notre camphre monochloré isomère ne peut être confondu avec le camphre monochloré de Wöhler, qui donne de l'oxycamphre par la potasse alcoolique et est décomposé par le nitrate d'argent à l'ébullition, bien que le point de fusion et le caractère cristallin autorisent quelque rapprochement. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Recherches biologiques sur la betterave.* Mémoire de M. B. CORENWINDER, présenté par M. Peligot. (Extrait par l'auteur.)

« Au mois de mai 1882, je prélevai quelques jeunes betteraves dans un champ que l'on avait ensemencé deux ou trois semaines auparavant, et j'en fis l'usage que je vais indiquer :

» 1° J'en repiquai trois dans un grand pot contenant du sable pur, qui fut arrosé plusieurs fois avec des engrais chimiques d'une pureté parfaite, tout à fait exempts de carbonates et de matières organiques.

» 2° Trois petites betteraves pareilles aux précédentes furent mises dans un pot de même grandeur, qu'on avait empli avec du bon terreau de couche. Ces plantes ne reçurent pas d'autre engrais.

» 3° Enfin on repiqua le reste dans un champ qui avait été convenablement préparé et fumé.

» Le 15 juillet, on arracha deux betteraves de chaque pot, ainsi que du champ, et l'on dosa le sucre qu'elles avaient formé. Voici les résultats de ces premiers essais :

	Sucre trouvé dans 100gr de betteraves.
	gr
Betteraves cultivées dans le sable..........	5,45
» le terreau.........	2,85
» le champ..........	4,10

» Le 4 novembre suivant, je déplantai les betteraves, que j'avais continué de cultiver dans les conditions indiquées, et j'en fis les analyses, qui me donnèrent les résultats suivants :

» *Betterave cultivée dans le sable.* — Cette betterave avait des radicelles nombreuses et un chevelu d'un blanc parfait. Sa chair était dure, sa peau colorée en rose. Elle pesait 490gr.

» Elle contenait, pour 100^{gr} :

Eau	80,80
Sucre	12,26
Matières minérales	0,98
Son jus avait une densité de 1067. (6°,7)	

» D'après ces chiffres, il y avait en totalité, dans cette betterave, $60^{gr},07$ de sucre.

» *Betterave cultivée en plein champ.* — J'ai choisi dans ce champ, après la récolte, plusieurs betteraves pesant chacune environ 500^{gr}.

» Voici quelle était leur composition :

Eau	83,20
Sucre	9,00
Matières minérales	0,91
Leur jus avait une densité de 1053. (5°,3)	

» Chacune de ces betteraves avait donc élaboré, en moyenne, 45^{gr} de sucre.

» *Betterave cultivée en terreau.* — Cette betterave a grossi plus que les précédentes, et elle a produit une quantité considérable de feuilles. Elle avait émis beaucoup de radicelles et un chevelu abondant qui garnissait les parois du pot. Ce chevelu avait une couleur brune qui résistait aux lavages.

» Elle pesait $1^{kg},145$.

» L'analyse de cette betterave m'a donné les chiffres suivants :

Eau	83,80
Sucre	10,60
Matières minérales	1,16
Le jus avait une densité de 1060. (6°)	

» On déduit des chiffres précédents que cette betterave avait produit, en totalité, $121^{gr},37$ de sucre.

» De ces recherches, on peut tirer les conclusions suivantes :

» 1° La betterave qui croît dans un sol dépourvu de matières organiques emprunte, par ses feuilles, à l'acide carbonique répandu dans l'atmosphère tout le carbone qui lui est nécessaire pour élaborer du sucre.

» 2° Celle qui végète dans une terre d'une fertilité moyenne trouve à la même source le carbone dont elle a besoin pour remplir ce rôle; mais il n'est pas certain, d'après ce qui va suivre, que cette source soit la seule où elle s'approvisionne.

» 3° Enfin, lorsque cette plante se développe dans un sol contenant une abondante provision de matières carbonées, dans du terreau, par exemple, elle absorbe sans doute l'extrait de ce terreau par ses racines, et elle acquiert ainsi du carbone engagé dans des substances organiques. Ce car-

bone, en entrant dans des combinaisons encore ignorées, contribue-t-il à la formation du sucre, conjointement avec celui que les feuilles puisent dans l'atmosphère ? Le fait paraît probable, mais il est difficile pour le moment de le mettre en évidence. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la réduction des sulfates par les sulfuraires, et sur la formation des sulfures métalliques naturels.* Note de M. **Plauchud.** (Extrait d'une Lettre à M. Pasteur.)

« A la séance de l'Académie du 6 novembre dernier, MM. Etard et Olivier ont présenté, par l'entremise de M. Cahours, un travail ayant pour titre : *De la réduction des sulfates par les êtres vivants.*

» Ce travail a la plus grande analogie avec celui que vous m'avez fait l'honneur de présenter à l'Académie le 29 janvier 1877.

» Les conclusions sont identiques à celles que j'avais formulées, c'est-à-dire réduction des sulfates, en sulfures, sous l'influence des sulfuraires ou algues analogues; réduction prouvée par mes expériences de laboratoire, et, en grand, par mon appareil de l'Exposition universelle de 1878, qui obtint une médaille d'argent.

» D'après ce que j'ai lu, l'observation constatant que les granulations dont sont remplies les algues sont du soufre serait peut-être seule une nouveauté.

» En même temps, je me permettrai de vous dire un mot de quelques expériences auxquelles je n'ai donné aucune publicité.

» 1° Dans un ballon à sulfuraires, donnant tous les six jours de l'eau sulfureuse depuis trois mois, je verse 2^{gr} de chloroforme (expérience Müntz): plus de sulfuration. Un mois après, je fais évaporer le chloroforme : la sulfuration recommence; les algues anesthésiées ne fonctionnent plus.

» 2° Dans un ballon identique et dans les mêmes circonstances, je verse 1^{gr} d'acide phénique : plus de réduction; un mois après, je fais évaporer l'acide phénique, et la sulfuration recommence.

» 3° Toujours dans un ballon pareil, je verse 6^{gr} d'acide phénique : cette fois-ci, plus de sulfuration, même après évaporation complète de l'acide; les sulfuraires ont été tuées.

» *Conclusion.* — Ces algues, agissant comme ferment, sont seules susceptibles de réduire les sulfates; cette réduction n'a jamais lieu en présence des matières organiques privées de vie.

» Sans vouloir entrer ici dans le domaine de MM. Étard et Olivier, je

crois devoir ajouter que, dès qu'il me fut prouvé que les sulfates étaient réduits par les sulfuraires, j'eus la pensée que le soufre natif pourrait bien être un résultat de ce travail, les gisements de soufre se rencontrant toujours dans des terrains riches en sulfate de chaux et de strontiane.

» Je n'instituai alors aucune expérience; mais, quand je lus un jour que M. Daubrée avait trouvé du soufre dans le sous-sol de Paris, j'entrepris quelques essais, dont un seul m'a donné un résultat. Je pris six lames de gypse, aussi planes que possible; avec un couteau, je creusai quelques sillons au milieu de ces lames et je les accouplai deux à deux, après avoir rempli les rainures de sulfuraires; puis je lutai les bords et je laissai le tout dans un tiroir de mon laboratoire [1].

» J'avais oublié les lames de gypse dont je viens de parler, quand, dans le courant du mois de septembre dernier, elles me tombèrent sous la main. Je délutai un des couples, et j'aperçus, sur le bord d'une rainure, quatre points jaunes très petits, mais bien visibles à l'œil nu; je les détachai avec précaution, je les portai sous le microscope, et je constatai que c'était du soufre : couleur, cristallisation, solubilité dans le sulfure de carbone, rien ne fit défaut. Je me hâtai de décoller les autres lames, mais, hélas! pas trace de soufre.

» Était-ce le temps qui avait manqué? Les conditions, quoique identiques en apparence, n'étaient-elles pas les mêmes? Je ne sais; c'est à recommencer.

» Néanmoins, j'ai obtenu un résultat positif, et avec lui la conviction que du soufre cristallisé peut prendre naissance sous l'influence des sulfuraires, et qu'une fermentation est probablement la cause première des gisements de soufre natif.

» L'observation d'un fait, auquel j'assiste depuis plusieurs années, me permet de croire aussi que la plupart des sulfures métalliques qui se trouvent dans la nature ont les mêmes algues pour cause.

» Non loin de Forcalquier, au fond d'un ravin, se trouvent une source sulfureuse et une source ferrugineuse, peu distantes l'une de l'autre. Leurs eaux se rencontrent dans le lit même du torrent, tout à fait à sec, en été, en amont de ces sources. Au point de jonction, dans une dépression formant bassin, apparaît un dépôt de sulfure de fer assez volumineux; mais

---

[1] En même temps j'écrivais une longue lettre, à ce sujet, à M. P. Vigier, pharmacien à Paris, l'engageant à instituer des expériences pour résoudre cette question. (M. Vigier a obtenu des résultats dont nous rendrons compte dans une prochaine Note.)

chaque année les orages ou les pluies de l'hiver emportent le dépôt, qui se renouvelle l'été suivant. Sans le torrent, on assisterait à la formation d'un gisement stratifié de sulfure de fer.

» Des conditions analogues doivent et ont dû se rencontrer souvent dans les temps géologiques; et, comme les sources peuvent contenir presque toute la série des métaux, suivant les terrains qu'elles traversent, un dépôt de sulfure a dû prendre naissance chaque fois qu'elles se sont rencontrées avec une eau sulfureuse: dépôt stratifié quand le terrain était à peu près horizontal, et devenant ce qu'on appelle un filon lorsqu'une crevasse ou une faille recevait les eaux après leur mélange. On comprend toute la puissance qu'ont pu acquérir ces dépôts de sulfures à la suite des siècles.

» Ainsi, les gisements de sulfures métalliques, fer, plomb, zinc, cuivre, mercure, argent, etc., auraient encore pour cause première l'action réductrice des sulfuraires, ou êtres analogues, sur les sulfates.

» Je ne sais ce que vaut cette manière de voir, dont je n'aurais peut-être jamais parlé, sans la Communication de MM. Étard et Olivier. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la transformation des nitrates en nitrites.* Note de MM. **U. Gayon** et **G. Dupetit**, présentée par M. Pasteur.

« Dans la Communication que nous avons faite à l'Académie le 9 octobre dernier, nous avons montré que les nitrates alcalins sont décomposés, avec dégagement d'azote, par un ferment anaérobie. Dans ce phénomène, la désoxydation de l'acide est complète.

» Nous avons l'honneur de faire connaître aujourd'hui l'existence de microbes qui n'enlèvent que les deux tiers de l'oxygène, c'est-à-dire qui transforment les nitrates en nitrites. Tel est, en premier lieu, un être anaérobie, que nous avons isolé à l'état de pureté, et qui est constitué par de petits bâtonnets mobiles donnant peu de spores. La difficulté, dans l'état actuel de la Science, de séparer spécifiquement les divers microorganismes, nous engage à désigner seulement par la lettre *a* ce microbe spécial.

» Du bouillon de poule, auquel on a ajouté 10^{gr} de nitrate de potasse par litre, est placé dans des tubes longs et étroits, en présence d'une petite quantité d'air, ou dans une atmosphère d'acide carbonique, ou dans le vide. On y sème une trace infiniment petite du microbe; celui-ci s'y développe rapidement à la température de 35°, et trouble le liquide dans toute sa masse sans dégager la moindre quantité de gaz. Dans ces conditions cepen-

dant, tout le nitrate se transforme peu à peu en nitrite, tandis qu'une petite quantité d'acide carbonique, produite pendant la réaction, se dissout à l'état de carbonate de potasse.

» La quantité d'oxygène contenue dans l'acide carbonique formé est inférieure à celle que donne le nitrate décomposé; le microbe doit sans doute absorber une partie de la différence pour son développement.

» La facilité de vivre de cet organisme et sa puissance réductrice sont très grandes dans le bouillon de poule; il y vit même lorsque celui-ci est saturé d'azotate de potasse, et il peut décomposer une quantité de 10^{gr} de nitrate de potasse par litre et par jour. Au contraire, il se développe mal dans les liquides artificiels.

» La plupart des organismes microscopiques sont doués de la même propriété que le précédent, quoique leur action décomposante n'aille pas toujours, à beaucoup près, aussi loin. Nous n'en avons trouvé jusqu'ici qu'un seul qui, tout en étant capable de vivre dans le bouillon nitraté, n'y donne pas de nitrite.

» Parmi ceux qui produisent des nitrites, et que nous avons isolés, nous citerons, outre le microbe *a*, un second microbe *b* également anaérobie, constitué par des bâtonnets allongés, immobiles, se résolvant rapidement en spores, et deux microbes aérobies, l'un, *c*, formé de longs filaments riches en spores, produisant à la surface des liquides un voile épais et mucilagineux; l'autre, *d*, constitué par de petits bâtonnets immobiles, avec une seule spore dans chaque article, et formant à la surface des liquides une couche continue, peu épaisse et facile à désagréger. Les micrographes reconnaîtront sans doute ici des formes qui leur sont connues; ce qu'il nous importe de signaler, c'est leur action réductrice.

» Ces quatre microbes, cultivés parallèlement, dans les mêmes conditions, ont donné les résultats suivants, avec des bouillons contenant 10^{gr} d'azotate de potasse par litre :

	Nitrate transformé en nitrite, par litre, en un jour.
	gr
Microbe *a*	9,6
Microbe *b*	2,8
Microbe *c*	6,8
Microbe *d*	5,6

» Nous avons essayé également le microbe du choléra des poules, la bactéridie charbonneuse, le vibrion septique, dont les semences sont con-

servées à l'état de pureté au laboratoire de M. Pasteur. Voici les résultats que nous avons obtenus avec du bouillon nitraté à 10^{gr} par litre.

	Nitrate transformé en nitrite, par litre.		
	en un jour.	en trois jours.	en six jours.
	gr	gr	gr
Microbe du choléra des poules..........	0,5	2,3	2,2
Bactéridie charbonneuse..............	0,1	2,0	3,4
Vibrion septique.....................	0,8	0,9	»

» On voit qu'avec ces organismes, non seulement la production de nitrite est lente, mais encore qu'elle est limitée à des doses peu élevées. Toutes choses égales d'ailleurs, la dénitrification est beaucoup moins facile qu'avec les organismes précédents.

» Les faits que nous venons d'exposer donnent en grande partie l'explication de la présence fréquente, et souvent déjà constatée, des nitrites dans le sol et dans les eaux qui en découlent. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur les principes toxiques des champignons comestibles.* Note de M. G. DUPETIT, présentée par M. Pasteur.

« Tout le monde sait que, parmi les champignons supérieurs, même à l'état cuit, il en est dont les propriétés vénéneuses sont admises sans conteste, et que d'autres peuvent être ingérées sans danger. Ces derniers contiennent cependant un principe toxique, ainsi que l'établissent les résultats de mes expériences.

» Si, en effet, on administre, en injection sous-cutanée, à des animaux du suc frais de Cèpe comestible (*Boletus edulis*), à la dose de 2^{cc} pour 100^{gr} du poids de l'animal, on provoque des accidents qui amènent la mort, au bout de trois à six heures chez le lapin, après un temps plus long chez le cobaye et le rat.

» De semblables expériences ont été faites en employant divers champignons réputés non vénéneux, parmi lesquels je citerai : l'*Amanita cæsarea* ou Oronge vraie, l'*Amanita vaginata*, l'*Amanita rubescens*, l'*Agaricus campestris* ou Champignon de couche. Les sucs frais de toutes ces espèces se sont montrés toxiques en injection sous-cutanée; celui de l'Agaric cultivé a été cependant notablement moins actif.

» L'*Amanita rubescens* se distingue des autres champignons que j'ai étudiés, par une action spéciale sur les grenouilles; ces animaux périssent

rapidement à la suite d'une injection sous-cutanée du suc de cette Amanite, tandis que l'on n'observe aucun symptôme d'intoxication quand on administre les liquides extraits des autres espèces.

» Les sucs des champignons dont il s'agit peuvent être impunément introduits dans les voies digestives des cobayes, même à des doses très élevées et à l'état frais. De plus, l'*Amanita rubescens*, espèce considérée comme toujours vénéneuse à l'état cru, a été donnée en ingestion et sans coction préalable à des chiens, sans que ces animaux aient paru éprouver le moindre malaise.

» J'ai établi que la mort n'est point le fait des microbes qui envahissent très facilement ces sucs, fort altérables aussitôt après leur extraction. D'une part, le résultat est constant avec les sucs très frais non altérés, et si l'on élimine, d'autre part, les organismes qui ont pu se développer, par la stérilisation à froid, au moyen du filtre Pasteur, le liquide, administré à l'aide d'une seringue également stérile, amène les accidents et la mort des animaux. D'ailleurs, à l'examen microscopique des liquides de l'organisme, on ne distingue aucune espèce de microbe, et ces liquides, injectés sous la peau des animaux, ne produisent aucun effet.

» Les sucs ainsi filtrés ont toujours été sensiblement moins actifs que les jus non stérilisés, mais je me suis assuré directement que ce fait est dû à l'absorption, par la terre poreuse, d'une partie du poison.

» C'est donc à une sorte de poison soluble que sont dues les propriétés toxiques de ces champignons.

» Le principe actif est insoluble dans l'éther, le chloroforme, le sulfure de carbone, les alcools éthylique et méthylique; il est précipité à peu près complètement par addition au suc d'alcool, de tannin, de sous-acétate ou d'hydrate de plomb; il est entraîné par la formation d'un précipité de phosphate de chaux.

» Ces propriétés chimiques rappellent celles des ferments solubles et non celles des alcaloïdes connus; en outre, il est essentiel de remarquer que l'action d'une température de 100° fait complètement disparaître la nocuité du suc. Aussi n'y a-t-il pas à se préoccuper du danger dans l'alimentation des champignons comestibles, toutes les fois qu'ils sont cuits.

» Des expériences encore incomplètes, sur des plantes phanérogames, prouvent que plusieurs d'entre elles renferment des substances de même nature.

» Au cours de ce travail, j'ai eu l'occasion de constater que dans le Bolet se trouvent plusieurs alcaloïdes non vénéneux : l'un d'eux possède

toutes les propriétés de la névrine; un autre présente les réactions caractéristiques des ptomaïnes ([1]). »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur la production d'une anesthésie générale ou d'une anesthésie surtout unilatérale, sous l'influence d'une simple irritation périphérique.* Note de M. **Brown-Séquard.**

« C'est une question d'une grande importance en Physiologie et en Toxicologie de savoir si les centres nerveux peuvent être modifiés notablement, soit dans leurs propriétés, soit dans leurs fonctions, par la simple irritation d'une muqueuse ou de la peau. A propos des anesthésiques, Claude Bernard ([2]) a soutenu avec énergie la négative sur cette question : « C'est, dit-il, un principe général en Physiologie, que lorsqu'une substance quelconque agit sur l'organisme, *il faut qu'elle agisse dans le sang.* » J'ai déjà montré que nombre de substances peuvent, en irritant les nerfs de la peau, produire des altérations considérables des propriétés ou des fonctions des centres nerveux sans que l'on puisse considérer ces effets comme dépendant de l'absorption de ces substances et de leur action dans le sang sur ces centres. Des preuves convaincantes, je crois, à l'égard de l'une de ces substances, se trouvent dans un travail que j'ai eu l'honneur de lire à l'Académie, le 27 juin 1881 ([3]). J'y ai montré que les propriétés et les fonctions des centres nerveux peuvent être très profondément modifiées sous l'influence d'une irritation cutanée par du chloroforme. Mais la preuve de la puissance d'une irritation périphérique sur ces centres ressort avec plus d'évidence encore des faits nouveaux que je vais exposer.

» En septembre dernier, j'ai signalé à l'Académie le fait que l'acide carbonique, insufflé sur l'ouverture supérieure du larynx, peut produire une anesthésie considérable, sinon complète, de la muqueuse de cet organe ([4]). Je viens aujourd'hui rapporter des faits qui montrent, en premier lieu, que l'irritation de cette membrane par cet acide est capable de produire aussi de l'anesthésie générale et, en second lieu, que cette perte de sensibilité dans tout le corps dépend, non du passage du gaz carbonique

---

([1]) Ces recherches ont été faites dans le laboratoire de M. Gayon, à la station agronomique de Bordeaux.

([2]) *Leçons sur les anesthésiques et sur l'asphyxie.* Paris, p. 86 et *passim ;* 1875.

([3]) *Comptes rendus*, t. XCII, 1881, p. 1517.

([4]) *Comptes rendus*, t. XCV, 1882, p. 553.

dans le sang, mais bien d'une influence exercée sur les centres nerveux par une irritation des nerfs sensitifs du larynx.

» On sait par les recherches du Dr Ozanam [1], de MM. L. Lallemand, Maurice Perrin et Duroy [2], de Demarquay [3] et de M. Paul Bert [4], que des inhalations d'acide carbonique peuvent produire de l'anesthésie générale. C'est donc sans grande surprise que j'ai vu se produire de l'anesthésie générale dans de nombreuses expériences faites sur des chiens, des lapins, des cobayes et un singe, chez lesquels j'avais insufflé de l'acide carbonique pur ou mêlé (à parties égales) à de l'oxygène, dans la bouche, près du larynx. Plusieurs particularités de ces expériences m'ont conduit aux recherches suivantes ayant pour objet de trouver si l'anesthésie générale n'était pas alors produite par une simple irritation de la muqueuse laryngée.

» I. Après avoir pris certaines précautions, permettant à un animal de respirer de l'air pur par la trachée, on lui a lancé avec force de l'acide carbonique sur l'ouverture laryngienne supérieure. Au bout d'un temps très court (une à deux minutes dans trois cas sur onze), il y a déjà eu un commencement d'anesthésie aux membres et dans quelques autres parties. Dans presque tous les cas, l'animal au bout de trois minutes ne sentait plus le courant galvanique d'un appareil de Dubois-Reymond, au maximum d'intensité ni sur des plaies faites aux pattes, à l'aisselle, à l'aine et au cou, ni aux lèvres, à l'œil et aux paupières. Cette perte de sensibilité n'était certes pas due à l'entrée dans le sang de l'acide carbonique insufflé, car il n'y a pas eu d'anesthésie produite, dans les mêmes circonstances que ci-dessus, lorsque les nerfs laryngés supérieurs avaient été coupés avant l'insufflation du gaz. On trouve encore la preuve que c'est bien à une irritation de la muqueuse laryngée et non à l'entrée de l'acide carbonique dans le sang qu'est due l'anesthésie, dans ces expériences, lorsqu'on compare les effets produits par l'inhalation de l'acide carbonique à ceux de l'insufflation sur l'ouverture laryngienne. En effet, nous voyons que l'inhalation produit, en outre de l'anesthésie générale, un profond sommeil ou au moins la perte de connaissance, une résolution générale, la perte de la faculté réflexe, des convulsions soit pendant l'inhalation, soit (et surtout alors) comme l'a montré M. P. Bert (*loc. cit.*, p. 994-1013) au moment où l'animal respire de nouveau

---

(1) *Des anesthésies en général; de leurs effets physiol. et pathol. etc.* (Extrait des *Travaux de la Société des Sciences médicales de la Moselle*, 1857-1858), p. 79.

(2) *Du rôle de l'alcool et des anesthésiques dans l'organisme.* Paris, 1860, p. 405.

(3) *Essai de pneumatologie médicale : Recherches sur les gaz.* Paris, 1866, p. 430 et suiv.

(4) *La pression barométrique : Rech. de physiol. expérimentale.* Paris, 1878, p. 1011.

de l'air atmosphérique. Au contraire, lorsque l'animal ne reçoit d'acide carbonique que sur le larynx, ces divers phénomènes, à part l'anesthésie générale, manquent complètement. Une fois cependant (chez un lapin), il y a eu une résolution presque complète et générale, mais il n'y avait pas perte de connaissance. Quant à la faculté réflexe, elle ne fait que diminuer dans les membres, mais elle se perd au larynx. En outre, d'après les auteurs que j'ai cités et d'après mes propres expériences, l'anesthésie due à l'inhalation cesse presque immédiatement (de deux à huit minutes) après le retour de l'animal à la respiration d'air atmosphérique, tandis que chez les animaux soumis à l'insufflation sur la muqueuse laryngée l'anesthésie a duré en moyenne de quinze à vingt minutes et une fois plus d'une heure. Enfin, chez ces derniers animaux, l'anesthésie a cessé dans certaines parties, tandis qu'elle persistait avec son intensité première dans plusieurs autres.

» II. Sur six animaux (deux chiens, deux lapins, deux cobayes), j'ai coupé l'un des nerfs laryngés supérieurs, puis j'ai fait arriver un courant d'acide carbonique sur l'ouverture laryngienne inférieure, la respiration s'opérant par un tube dans la trachée. A part les parties voisines du larynx, et surtout la trachée et les différents points de la plaie du cou, parties où il y a eu une anesthésie complète des deux côtés, les membres, le tronc et la tête ont montré les différences que voici entre les deux moitiés du corps. Du côté où le nerf n'avait pas été coupé et pouvait, conséquemment, recevoir l'irritation et la transmettre aux centres nerveux, l'effet anesthésique a été à peu près le même, mais un peu moindre que si les deux nerfs avaient été intacts. De l'autre côté, où le nerf était coupé, il y a eu bien moins de parties anesthésiées à un notable degré; l'anesthésie y a moins duré et, de plus, elle y a été remplacée par une hyperesthésie évidente. Il y a donc, dans cette expérience, une anesthésie surtout unilatérale et du côté où le nerf non coupé a pu transmettre aux centres nerveux l'irritation causée par l'acide carbonique. C'est aussi le plus souvent du côté irrité que se montrent, chez l'homme, les anesthésies réflexes.

» III. Le cycle des preuves à l'égard de l'influence exercée, par une irritation périphérique, pour produire l'anesthésie dans ces expériences, semble absolument complet. En effet : 1° lorsque les deux nerfs laryngés supérieurs sont intacts, il y a production d'anesthésie des deux côtés du corps; 2° lorsque l'un des nerfs est coupé, il y a anesthésie, surtout dans l'un des côtés du corps; 3° lorsque les deux nerfs sont coupés, il n'y a d'anesthésie ni d'un côté ni de l'autre. Il y a tout lieu de croire que c'est par *inhibition* de l'activité des centres percepteurs des impressions sensitives que l'irritation périphérique de ces nerfs agit pour produire de l'anesthésie.

Ce phénomène est analogue, quant au mécanisme de production, à ceux que j'ai trouvés depuis longtemps et dans lesquels l'acide carbonique, lancé avec force sur la muqueuse laryngée, a pu arrêter par *inhibition* l'activité morbide de certaines parties des centres nerveux, et faire cesser des attaques d'épilepsie ou suspendre ou diminuer temporairement des convulsions causées par la strychnine ou l'acide phénique.

» *Conclusion.* — L'irritation de la muqueuse laryngée par un courant d'acide carbonique est capable de produire de l'anesthésie dans toutes les parties du corps, sans l'intervention du passage de ce gaz dans le sang. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'action physiologique du café.* Note de M. **Guimaraes** [1], présentée par M. Vulpian.

« Ayant commencé depuis plus d'un an, sur les conseils de M. Couty et avec la collaboration de mon regretté ami M. Raposo, des recherches expérimentales sur le café, je viens rendre compte des premiers résultats que j'ai obtenus.

» Des chiens de rue de 5^{kg} à 8^{kg} ont été habitués, pendant plusieurs jours, à un régime exclusif de viande de bœuf et d'eau, et à l'isolement dans des cages qui permettaient de recueillir les urines et les fèces et de surveiller l'alimentation.

» Puis on a injecté dans leur estomac, par une sonde, deux fois par jour, pendant huit à dix jours, une dose d'infusion de café, fixe pour la même expérience, mais variable d'une expérience à l'autre; tous les jours, pendant la période de préparation comme pendant la période d'usage du café, on constatait l'état du cœur, des pupilles, de la température et de la respiration, et surtout on pesait l'animal, on pesait ses fèces, on pesait ses urines, et l'on pesait aussi la quantité de viande consommée.

» Les cinq chiens, soumis à des doses toxiques de 200^{gr} à 300^{gr} d'infusion et laissés libres de s'alimenter de viande à volonté, ont d'abord cessé de manger; ensuite, pris de diarrhée, refroidis, ayant une tension diminuée et des centres nerveux moins excitables, ils ont succombé au bout de cinq à neuf jours, après avoir perdu en moyenne de 35^{gr} à 45^{gr} par jour et par kilogramme de leur poids; à l'autopsie, on a trouvé, sur tous, des hémorrhagies du cœur et des poumons, et des lésions plus complexes de l'estomac et du foie.

» Ces expériences, faites dans des conditions extra-physiologiques, sont éclairées par d'autres recherches. J'ai comparé des chiens privés de nourriture et buvant de l'eau pure à d'autres chiens privés aussi de nourriture et absorbant 80^{gr} à 100^{gr} d'infusion forte de

[1] Travail du laboratoire de Physiologie du Muséum de Rio.

café. Les chiens inanitiés simplement sont morts en vingt-quatre à trente-quatre jours, en perdant par jour et par kilogramme 15^{gr} à 17^{gr} de leur poids; les chiens soumis en plus au café sont morts en treize à quinze jours, en perdant 28^{gr} à 33^{gr}.

» L'usage du café, à des doses qui n'ont rien d'excessif, a donc hâté la mort par inanition, comme aussi il a rendu plus rapides les diminutions de poids et les désassimilations.

» Mais les constatations les plus directement applicables à l'hygiène ont été fournies par les six animaux qui mangeaient de la viande à volonté et qui recevaient quotidiennement, pendant neuf jours, 80^{gr} d'infusion de café.

» Les trois ou quatre premiers jours, les chiffres des pesées indiquaient une augmentation légère des pertes de l'organisme; le poids de l'animal diminuait de 100^{gr} à 400^{gr}, et il n'y avait pas de variation nette de l'alimentation ou des excreta; puis, on voyait se produire des variations inverses.

» Un chien qui ingérait à l'état ordinaire 300^{gr} à 500^{gr} de viande mangeait 600^{gr}, 800^{gr} et même 900^{gr} après quelques jours d'usage du café; et si, dans toutes ces expériences, on prend la moyenne d'alimentation normale et la moyenne des quatre derniers jours, on constate un accroissement de un tiers à deux cinquièmes de la consommation primitive. Pendant le même temps, l'urine et les fèces sont légèrement augmentées, et l'animal reprend le poids qu'il avait d'abord perdu; dans trois cas, il a même gagné en plus quelques centaines de grammes.

» Si l'on compare ces diverses recherches, faites avec des doses moyennes ou fortes sur des chiens inanitiés ou alimentés à volonté, on voit que le café a toujours produit immédiatement un mouvement plus rapide des désassimilations. Seulement, quand on a fait ingérer des doses moyennes, le mouvement d'assimilation a repris le dessus au bout de quelques jours; et sur les mêmes animaux l'activité plus grande de la nutrition a coïncidé avec une augmentation marquée de la pression du sang, avec l'accélération du cœur et de la respiration, comme aussi avec un accroissement léger de la température rectale et de l'excitabilité des centres nerveux. Il a fallu des doses plus fortes ou mal supportées pour entraîner des phénomènes inverses de ralentissement du cœur, d'abaissement de la pression et de la température.

» La valeur du café, établie depuis longtemps par l'empirisme, devient ainsi facile à comprendre; cette substance, utile directement par ses principes assimilables, l'est surtout indirectement par la plus grande quantité de nourriture azotée qu'elle fait consommer. Elle est aussi probablement supérieure aux excitants, comme l'alcool, parce que, prise à doses déjà

élevées, elle laisse parfait l'équilibre d'assimilation et de désassimilation, tout en permettant aux tissus de s'user et de consommer davantage.

» Bien des points restent obscurs dans le mécanisme de cette impulsion donnée aux fonctions organiques les plus importantes, et il faudra faire des analyses du sang et des produits respiratoires, étudier mieux l'influence certaine de l'espèce ou du régime, avant d'essayer une interprétation précise. Mais, dès aujourd'hui, on sait pourquoi l'usage du café est utile à tous ceux qui veulent se livrer à un fonctionnement actif : il agit à la fois comme excitant et comme réparateur et, en permettant une dépense et une consommation plus grandes de substances azotées, il augmente évidemment la puissance de travail. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur la structure des cellules du corps muqueux de Malpighi.* Note de **M. L. Ranvier.**

« J'ai communiqué, il y a trois ans [1], le résultat de mes premières recherches sur l'union des cellules du corps muqueux de Malpighi. J'ai cherché alors à établir que ces cellules sont intimement unies entre elles par des filaments.

» Cette manière de voir se rapprochait le plus de celle de Bizzozero [2], dont elle différait sur un point seulement, mais sur un point qui me paraissait essentiel. Cet auteur, en effet, a soutenu que les cellules du corps muqueux de Malpighi sont unies par des piquants soudés bout à bout. J'ai dit au contraire que ces cellules sont réunies par des filaments que j'ai désignés sous le nom de *filaments d'union* et que j'ai considérés comme absolument continus. J'insiste en passant sur cette différence, parce qu'elle n'a pas été comprise par quelques auteurs qui se sont occupés récemment de la question, entre autres Axel Key et Retzius [3], qui m'ont accusé, par erreur sans doute, de n'avoir pas cité Bizzozero.

» J'ai repris cette année l'étude des cellules du corps muqueux et je suis arrivé à observer un certain nombre de faits qui sont de nature à faire voir sous un nouveau jour le mode d'union des cellules épidermiques et qui

(1) *Nouvelles recherches sur le mode d'union des cellules du corps muqueux de Malpighi* (*Comptes rendus*, 20 octobre 1879).

(2) Bizzozero, *Sulla struttura degli epiteli pavimentosi stratificati* (voir *Centralblatt*, 1871, p. 482).

(3) Key et Retzius, *Zur Kenntniss der Saftbahnen in der Haut des Menschen* (*Biologische Untersuchungen*, herausgegeben von G. Retzius, 1881, p. 170).

conduiront à des notions nouvelles sur l'homologie morphologique des cellules provenant du feuillet externe du blastoderme.

» Lorsque l'on examine, avec un bon objectif à immersion et un éclai rage convenable, des coupes du corps muqueux de Malpighi de l'homme (1), on arrive à reconnaître que les cellules qui le composent possèdent une structure fibrillaire. Les fibrilles intracellulaires, qui sont extrêmement fines et qui paraissent avoir toutes à peu près le même diamètre, s'entre croisent autour du noyau et forment dans son voisinage immédiat un treillis serré. Si la coupe est assez mince, on arrive à suivre un grand nombre de ces fibrilles dans toute l'étendue de la cellule et on les voit à sa périphérie s'engager dans des filaments d'union et se poursuivre dans les cellules voisines.

» Les filaments d'union ne sont pas formés seulement par les fibrilles intracellulaires; leur diamètre est à peu près deux fois plus grand. Il semble

---

(1) Pour faire ces préparations, il est bon de prendre des régions où l'épiderme soit épais et où la peau présente une hypertrophie liée à une inflammation chronique, au voisinage d'un ulcère, par exemple. Des fragments ayant à peu près $0^m,01$ de côté seront placés dans une solution de bichromate d'ammoniaque à 2 pour 100. Lorsqu'ils y auront séjourné deux ou trois mois, on en complétera le durcissement par l'action successive de la gomme et de l'alcool. On y pratiquera alors des coupes, les unes perpendiculaires à la surface de la peau, les autres parallèles à cette surface et passant par le corps muqueux. Ces coupes, qui doivent être extrêmement minces, seront placées dans l'eau pendant vingt-quatre heures, et, la gomme qui les infiltrait étant alors complètement dissoute, on les colorera au moyen de la purpurine ou mieux encore avec une solution d'hématoxyline obtenue dans les conditions suivantes : l'hématoxyline dissoute dans un mélange d'alcool, d'alun et d'eau par le procédé de Boehmer donne, au bout de quelques semaines, dans le flacon qui la contient, un précipité abondant. Ce précipité, repris par une solution d'alun à 1 pour 100, fournit un liquide assez fortement coloré en violet. C'est ce liquide que j'emploie pour la coloration de l'épiderme, et j'y laisse les coupes pendant vingt-quatre heures. Les noyaux se colorent en violet clair, les graines d'éléidine en violet foncé. Les filaments d'union sont incolores, mais ils sont fort distincts ; on dirait que, sous l'influence de l'alun, ils ont pris une réfringence plus considérable. Il en est de même des fibrilles intracellulaires qui sont fort nettes, surtout si l'observation est faite dans l'eau.

» Dans les coupes perpendiculaires à la surface de la peau, la plupart des fibrilles intracellulaires se montrent suivant leur longueur. Dans les coupes parallèles à la surface, au contraire, la plupart sont sectionnées perpendiculairement à leur direction et apparaissent comme autant de grains à peu près d'égale dimension. Si ces coupes sont colorées fortement par l'hématoxyline faite suivant le procédé de Boehmer et montées dans la résime Dammar, ces grains, de même que les filaments d'union, sont d'un violet foncé, tandis que la substance intermédiaire est incolore.

qu'en quittant une cellule les fibrilles, pour former les filaments, s'entourent d'une couche de protoplasma interfibrillaire.

» Le corps de la cellule n'est pas entièrement composé de fibrilles. Entre elles se trouve répandue une substance homogène. Un certain nombre d'histologistes, qui depuis quelques années s'occupent avec assiduité de la structure des cellules en général, ont reconnu que leur substance constitutive, que l'on considérait jadis comme granuleuse, est en réalité constituée par des fils délicats noyés dans une matière hyaline. Kupffer a réservé à ces fils le nom de *protoplasma*, tandis qu'il a désigné la matière intermédiaire sous le nom de *paraplasma* (¹).

» Cette manière de comprendre les choses ne cadre nullement avec la définition ancienne du protoplasma, celle de Schultze, par exemple, et je pense qu'elle ne pourrait être admise en ce qui regarde les cellules du corps muqueux. En effet, les fibrilles qui entrent dans la constitution de ces cellules paraissent être des éléments ayant une forme stable, des éléments fixes.

» L'opinion que j'émets ici, fondée sur l'observation directe des faits, est confirmée par la comparaison des cellules épithéliales du corps muqueux avec d'autres cellules d'origine ectodermique, les cellules nerveuses et les cellules de la névroglie.

» D'après les recherches de Remak et de Max Schultze, on sait que les cellules nerveuses sont constituées par les fibrilles des cylindres-axes afférents et efférents et par une substance intermédiaire. Schultze pensait que cette substance existe seule au voisinage du noyau et il la considérait comme du protoplasma. Il se servait même de cet exemple dans ses conversations particulières pour faire comprendre ce qu'il entendait par protoplasma ; pour lui, les fibrilles nerveuses n'en faisaient pas partie.

» Mes recherches récentes sur la névroglie (²) m'ont démontré que les cellules qui la constituent sont composées d'une masse protoplasmique de forme variée, traversée en différentes directions par des fibres, fibres connectives des centres nerveux ou fibres de la névroglie.

» Les cellules de la névroglie et les cellules nerveuses, qui procèdent les unes et les autres du névro-épithélium primitif, tiennent donc de leur origine le caractère commun d'être formées d'une masse protoplasmique traversée par des fibres tout à fait différenciées. Je viens de montrer que les cellules du corps muqueux possèdent ce même caractère. Les fibrilles qui

---

(¹) Kupffer, cite d'après Flemming, *Zellsubstanz*, p. 14 et 15.

(²) *De la névroglie* (*Comptes rendus*, 5 juin 1882).

les traversent, qui vont de cellule en cellule en passant par les filaments d'union et dont la longueur ne peut pas être déterminée aujourd'hui, sont donc des équivalents morphologiques des fibrilles nerveuses et des fibres de la névroglie. On ne doit pas les considérer comme des fils protoplasmiques, mais bien comme des fibres formées, ayant une signification fonctionnelle spéciale, relative, par exemple, à la solidité du revêtement épithélial de la peau. »

ZOOLOGIE. — *Sur les enveloppes fœtales des Chiroptères de la famille des Phyllostomides.* Note de M. **A. Robin**, présentée par M. Alph. Milne-Edwards.

« Dans une Note que j'ai eu l'honneur de présenter antérieurement à l'Académie des Sciences (1) et dans un Mémoire plus détaillé (2), publié depuis, j'ai exposé les résultats de mes observations sur les enveloppes fœtales des Chiroptères. J'ai montré, pour ne rappeler que les faits morphologiques, que les types que j'avais étudiés étaient caractérisés par la persistance de la vésicule ombilicale comme organe indépendant et son accroissement pendant toute la vie embryonnaire, l'origine exclusivement placentaire, c'est-à-dire allantoïdienne des vaisseaux du chorion et l'existence d'un cœlome externe.

» Mes observations avaient porté sur des représentants variés de cinq des six familles qui constituent l'ordre des Chiroptères et la constance absolue que je trouvais dans les rapports des annexes de l'embryon et leurs connexions vasculaires me faisaient penser que les caractères que je viens de rappeler étaient généraux et s'appliquaient à l'ordre tout entier. Il est cependant loin d'en être ainsi, et la famille des Phyllostomides, que je n'avais pas pu étudier, s'écarte beaucoup sous ce rapport des autres familles, comme je l'ai constaté récemment sur trois embryons appartenant aux *Artibeus perspicillatus, Desmodus rufus* et *Macrotus Waterhousii,* mis à ma disposition par M. le professeur Alph. Milne-Edwards.

» Dans les deux premiers, dont le développement est assez avancé et qui ont acquis leur constitution définitive, le fait fondamental, et qui frappe à première vue, est la disposition de la vésicule ombilicale et la vascularisation du chorion tout entier, à l'exception du placenta, par les vaisseaux omphalo-mésentériques. Le cordon ombilical, en se dégageant de sa gaine

(1) *Comptes rendus,* t. XCII, p. 1354; 1881.

(2) *Annales des Sciences naturelles;* 6e série, t. XII, art. n° 2; 1882.

amniotique, se divise et, tandis que les vaisseaux allantoïdiens se rendent au placenta qu'ils abordent en un hile plus ou moins excentrique, l'artère et la veine omphalo-mésentériques restent quelque temps accolées à la face externe de l'amnios, puis pénètrent dans le chorion en un point peu éloigné du bord du placenta et là donnent naissance à des branches qui s'irradient dans toutes les directions et se ramifient dans le chorion tout entier. Les dernières branches de plus en plus ténues du réseau ainsi formé se dirigent vers la périphérie du placenta, avec les vaisseaux duquel ils n'ont cependant aucune communication. Il n'existe pas, autant que j'ai pu m'en assurer sur des embryons conservés dans l'alcool et non susceptibles d'être injectés, un sinus terminal comparable à celui des Rongeurs. Les vaisseaux allantoïdiens se distribuent au placenta seulement et ne pénètrent nulle part dans le chorion extra-placentaire.

» L'allantoïde ne présente aucune particularité importante à noter; sa lame interne est accolée à l'amnios dans toute son étendue.

» L'œuf de *Macrotus Waterhousii* que j'ai observé est beaucoup moins avancé dans son développement que les deux précédents (fœtus de $0^m,012$), et il est fort instructif au point de vue de l'origine des particularités présentées par ceux-ci. Quoique le placenta soit entièrement constitué, le chorion est encore dépourvu de vaisseaux et, par conséquent, à l'état de deuxième chorion. En l'ouvrant, on trouve entre lui et l'amnios la vésicule ombilicale aplatie en un disque qui coiffe l'extrémité céphalique de l'embryon et recouvre environ un tiers de l'amnios; son bord est adjacent sur une certaine étendue au bord du placenta, mais nulle part elle ne s'étend au-dessous de cet organe. Au voisinage du placenta, la vésicule ombilicale adhère au chorion; partout ailleurs elle est libre; elle n'a avec l'amnios d'autre adhérence que celle déterminée par les vaisseaux omphalo-mésentériques qui lui servent de pédoncule et qui présentent les mêmes rapports que dans les deux espèces précédentes. La cavité de la vésicule ombilicale a entièrement disparu, et ses deux lames sont soudées dans toute leur étendue en un disque peu épais.

» Ce stade n'est évidemment qu'un acheminement vers celui observé chez le *Desmodus* et l'*Artibeus* et, pour y arriver, la vésicule ombilicale, aplatie en disque et adhérente au chorion sur une partie du pourtour du placenta, libre partout ailleurs, n'aura qu'à s'étendre sous toute la partie extra-placentaire du deuxième chorion et à se confondre avec lui pour former le troisième chorion vasculaire. Ainsi la vésicule ombilicale disparaîtra comme organe distinct et ne jouera, dans l'œuf arrivé à sa constitution

définitive, que le rôle d'un support pour les vaisseaux du chorion et non, comme chez les Chiroptères, le rôle d'un organe isolé ayant une fonction physiologique propre.

» Les enveloppes fœtales des Phyllostomides se rapprochent ainsi de celles des Rongeurs, dont elles ne diffèrent que par l'absence d'un sinus terminal, tandis que les autres Chiroptères sont plus voisins des Primates. Le seul caractère commun à tous les types observés jusqu'ici est l'existence d'un cœlome externe. Peut-être, cependant, peut-on considérer comme un reste de la disposition propre aux Phyllostomides le fait que chez certaines Chauves-Souris indigènes, comme les *Vespertilio*, l'extrémité de la vésicule ombilicale est, pendant quelque temps, adhérente sur un espace très limité au chorion et y reste plus tard reliée par un funicule conjonctif, sans cependant y envoyer de vaisseaux. »

ZOOLOGIE. — *Sur une Astérie des grandes profondeurs de l'Atlantique, pourvue d'un pédoncule dorsal.* Note de M. **Edm. Perrier**, présentée par M. A. Milne Edwards.

« Parmi les Stellérides recueillis dans la campagne du *Travailleur* en 1880 [1], se trouvent deux individus d'une espèce d'Étoile de mer, qui présentent ce caractère, tout à fait exceptionnel dans la classe des Stellérides, d'être munis d'un pédoncule dorsal, tout à fait comparable, pour sa position, à celui qui soutient et fixe au sol les jeunes Comatules et les Crinoïdes adultes de toutes les autres familles. Tandis que les Crinoïdes, qui sont manifestement les plus anciens des Échinodermes, sont tous fixés au moins pendant le jeune âge, les Échinodermes, qui constituent les autres classes de cet embranchement, sont libres pendant toute leur vie; il serait particulièrement intéressant de trouver, dans celle de ces classes que l'on a toutes sortes de raisons de considérer comme la plus ancienne, après celle des Crinoïdes, des traces d'un mode d'existence qui a été général chez ces derniers animaux : la fixation au sol. Quelques caractères des Astéries dont nous avons à parler ici paraissent indiquer que l'appendice dorsal dont elles sont munies est bien réellement l'homologue du pédoncule des Crinoïdes.

» Nos deux Astéries, que nous proposons d'appeler *Caulaster pedunculatus*,

---

[1] Ces deux Stellérides ont été trouvés sur la côte nord de l'Espagne, l'un à 1960^{m}, l'autre à 2650^{m} de profondeur.

sont d'âge inégal. La plus grande n'a qu'un rayon de $0^m,005$ jusqu'à l'extrémité des bras et de $0^m,003$ jusqu'au sommet de l'arc interbrachial. Dans toutes les deux, le sommet de cet arc est occupé par une sorte de fente garnie de papilles séparant les plaques marginales qui appartiennent à un bras de celles qui appartiennent à l'autre. Les fentes sont prolongées sur le disque, du côté dorsal, chacune par une double rangée de piquants. Ces rangées de piquants convergent vers la base de l'appendice dorsal. Les plaques marginales, peu visibles, ne forment qu'une seule rangée, comme chez les *Ctenodiscus*; il y en a cinq à chaque bras; la plaque madréporique, tuberculeuse, est enchâssée dans l'une des fentes interbrachiales. Les bras sont courts, fortement recourbés sur le disque et terminés chacun par trois longs piquants; les tubes ambulacraires, dépourvus de ventouses, sont disposés sur deux séries; il n'en existe pas plus de onze paires. Les plaques dentaires ont la forme de simples écailles se soudant à leur extrémité libre pour se prolonger en une sorte de dent conique et impaire. Le tégument dorsal est mou; on ne distingue à sa surface de plaques d'aucune sorte; l'appendice dorsal, long de $0^m,002$, presque aussi long, par conséquent, que le petit rayon de l'animal, est lui-même cylindrique, flexible, et sa surface est granuleuse. Rien ne permettrait, chez le grand individu, de se prononcer sur sa véritable nature; mais chez le plus jeune des deux exemplaires de *Caulaster* que nous avons pu examiner, aux caractères que nous venons d'indiquer s'en ajoutent d'autres plus importants au point de vue morphologique. A la base de l'appendice dorsal, se trouvent en effet quatre grandes plaques calcaires, disposées en croix et portant chacune un petit piquant; ces plaques sont à peu près orientées dans la direction des bras; une cinquième plaque, alterne avec deux d'entre elles et opposée à la plaque madréporique, fait évidemment partie du même cycle; cinq autres plaques plus petites viennent se placer dans les angles laissés libres par les cinq plaques de la première rangée. On ne peut manquer d'être frappé de la ressemblance absolue de ces dix plaques alternes avec celles qui forment le périprocte des Oursins et que Lovén a rapprochées, à leur tour, de celles qui constituent le calice des Crinoïdes, opinion que nous aurons prochainement occasion de discuter. L'identité de disposition des plaques dorsales des *Caulaster* avec celles du calice des Crinoïdes est évidente; la présence, au centre du double cycle qu'elles forment, d'un appendice rappelant le pédoncule qui se trouve à la même place chez les Crinoïdes accuse encore cette ressemblance; les homologies des dernières parties s'établissent d'elles-mêmes, et dès lors il se trouve que, par l'intermédiaire du *Caulaster*, un lien étroit

se trouve établi entre les Crinoïdes et les Stellérides. Le caractère que nous signalons paraîtra d'autant plus significatif que chez les *Leptychaster*, découverts durant l'expédition du *Challenger*, les jeunes Astéries qui se développent dans une poche spéciale de leur mère sont fixées aux parois de cette poche par le centre de leur surface dorsale. D'autre part, la rosette de plaques qui entoure l'appendice dorsal est un caractère embryonnaire, puisqu'elle disparaît avec l'âge, et c'est précisément ce qui doit avoir lieu si l'on considère les Stellérides comme une forme d'Échinodermes dérivée de celle des Crinoïdes et plus élevée.

» Les jeunes Astéries, les jeunes Brisinga présentent aussi, comme Lovén et nous-même l'avons établi, des plaques dorsales disposées, au début, comme celles du calice des Crinoïdes; nous avons démontré que, chez les Brisinga, les plaques de la première rangée deviennent les odontophores; ces plaques cessent d'être visibles à l'extérieur chez les *Caulaster*. Il y a lieu de rechercher si elles disparaissent réellement chez cet animal, ce qui conduirait à admettre un nouveau type de développement des Stellérides. Les *Caulaster* sont évidemment voisins des *Ctenodiscus*; il existe chez ces derniers un léger tubercule qui nous paraît homologue de l'appendice dorsal des *Caulaster*, et peut-être en pourrait-on rapprocher un bouton saillant qui, chez les *Astropecten*, occupe la place où se trouve l'anus chez les autres Étoiles de mer. »

ZOOLOGIE. — *Sur les Suctociliés de M.* de Merejkowsky. Note de M. **E. Maupas**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« M. de Merejkowsky, dans les *Comptes rendus* de la séance du 11 décembre dernier, p. 1232, a publié sur un Infusoire une Note, dont les conclusions sont trop considérables pour que nous puissions les admettre sans les soumettre préalablement à un examen sévère. Cet examen est d'autant plus nécessaire, que l'autorité de cet observateur, bien connu par d'autres travaux importants sur les Protozoaires, pourrait faire accepter comme bien avérés des faits qui sont loin d'être exacts et d'avoir la signification que leur accorde le savant russe.

» Et d'abord constatons que M. de Merejkowsky, en affirmant qu'aucune forme intermédiaire entre les Ciliés et les Tentaculifères n'a été signalée jusqu'ici, semble n'avoir pas tenu compte des travaux antérieurs. Dès 1867,

Stein (¹) faisait connaître une forme nouvelle baptisée par lui du nom d'*Actinobolus varians*, qui, d'après sa courte description, répondrait bien mieux au *desideratum* en question que le type proposé aujourd'hui par M. de Merejkowsky. Mais on a pu objecter aux auteurs qui ont voulu faire de l'*Actinobolus* ce type intermédiaire que Stein n'avait donné aucune indication sur le mode de fonctionnement des tentacules de cet Infusoire. Dès lors, il est impossible de bien apprécier leur véritable valeur morphologique, et rien ne nous garantit que nous avons affaire à des organes parfaitement homologues des tentacules des Acinètes. C'est une objection capitale que nous opposerons de nouveau à l'Infusoire de M. de Merejkowsky.

» Cet auteur affirme encore que tous les Acinétiens ne portent de cils vibratiles que pendant leur état embryonnaire. Mais tout le monde sait fort bien aujourd'hui que certaines Podophryes et toutes les Sphérophryes peuvent à volonté, pendant toute la durée de leur existence, reprendre à nouveau leur revêtement ciliaire et redevenir aussi libres et aussi vagabondes que le plus agile des Ciliés. Ces faits sont bien établis depuis longtemps par les travaux de Stein, de Balbiani, d'Engelmann et par les miens. En 1876 (²), attachant une importance exagérée à ce retour à une forme élevée, j'avais déjà émis l'idée que l'on pourrait faire de ces types un groupe à part sous la dénomination de *Ciliosuctoria*. Depuis lors des études plus approfondies m'ont conduit à des idées tout autres.

» Arrivant maintenant au nouvel Infusoire proposé comme intermédiaire, nous allons voir que M. de Merejkowsky est aussi mal renseigné à son égard. Ce type, en effet, est beaucoup plus connu et depuis plus longtemps qu'il ne le pense. Il a été découvert pour la première fois, dans la mer du Nord, et publié par Claparède et Lachmann (³) sous le nom d'*Halteria pulex*. Depuis lors, il a été retrouvé d'abord dans l'aquarium marin de Francfort, par Fresenius (⁴), qui lui donna le nom d'*Halteria tenuicollis*; une seconde fois dans l'aquarium marin de Breslau, par Cohn (⁵), qui le baptisa d'un

(¹) *Der Organismus der Infusionsthiere*, t. II, p. 169, note; 1867.

(²) *Archives de Zoologie expérimentale*, t. V, p. 425.

(³) *Études sur les Infusoires et les Rhizopodes*, p. 370, *Pl. XIII*, *fig.* 10, 11; 1858-1860.

(⁴) *Der zoologische Garten*, p. 84, *fig.* 11-13; 1865.

(⁵) *Zeitschrift für wiss. Zoologie*, t. XVI, p. 293, *fig.* 32, 34; 1866.

troisième nom, *Acarella siro;* enfin une troisième fois par Quennersted [1] sur les côtes de Suède. Tous ces noms différents répondent à une seule et même espèce plus ou moins incomplètement vue et étudiée. Moi-même, je l'ai rencontrée sur les côtes de Bretagne, au laboratoire de Zoologie de Roscoff, et très fréquemment sur les côtes d'Alger. Stein [2], sans l'avoir observée personnellement, l'a classée, d'une façon je crois définitive, dans son genre *Mesodinium*. On le voit donc, c'est un type très répandu et déjà fort étudié par de bons observateurs. Tous ces auteurs, sans aucune exception, ont considéré *Mesodinium pulex* comme un Infusoire cilié fortement apparenté aux Haltéries.

» Toute la nouvelle théorie de M. de Merejkowsky repose sur la présence des petits appendices disposés sur le bord de l'orifice du col et qu'il croit être le premier à avoir aperçus. Mais ils sont déjà très bien figurés sur les dessins de Claparède et Lachmann, ainsi que sur ceux de Fresenius, qui, de plus, les a décrits dans son texte. Moi-même je les ai observés nombre de fois. Le savant russe en fait des suçoirs identiques à ceux des Acinétiens; mais je dois déclarer que, pas plus que Claparède, Lachmann et Fresenius, je n'y ai rien vu qui pût les faire considérer comme tels, et, il faut bien le dire, M. de Merejkowsky n'est pas plus avancé que nous à cet égard. Leur assimilation aux suçoirs des Acinétiens est une supposition purement gratuite de sa part et ne reposant sur aucune observation positive. Pour affirmer un fait aussi important et en tirer des conclusions aussi considérables, il eût fallu voir directement ces appendices fonctionner comme de véritables suçoirs; c'est ce qu'on ne nous dit pas et qui évidemment n'a pas été vu.

» Je crois, d'ailleurs, qu'il était inutile d'aller chercher si loin l'explication du rôle et de la signification de ces appendices. Tous les observateurs, y compris M. de Merejkowsky lui-même, ont remarqué que *Mesodinium pulex* se fixait souvent aux objets par son extrémité antérieure et demeurait ainsi longtemps immobile. Dès lors, je suis convaincu que ces appendices n'ont point d'autre rôle que de servir comme organes fixateurs, et le savant russe nous assure les avoir vus fonctionner comme tels.

» Une autre considération, empruntée à la morphologie comparée, vient encore s'opposer à la manière de voir de M. de Merejkowsky. Chez tous les Acinétiens connus, qui, à l'état embryonnaire ou adulte, peuvent porter

---

(1) *Bidrag till Sveriges Infusorie-fauna*, t. III, p. 32; 1869.

(2) *Der Organismus, etc.*, t. II, p. 162, note 2; 1867.

des appendices vibratiles, ces appendices appartiennent toujours à la catégorie des cils vibratiles simples. Les appendices vibratiles de *Mesodinium pulex* sont au contraire de véritables cirres, c'est-à-dire des cils composés beaucoup plus épais à leur base qu'à leur extrémité apicale et correspondant par conséquent à un état de développement supérieur à celui représenté par les cils vibratiles des Acinétiens. Ce fait, à lui seul, suffit déjà pour écarter toute idée de parenté entre ces derniers et *Mesodinium pulex*.

» Je crois maintenant avoir suffisamment démontré que le nouveau groupe des *Suctociliés* ne reposait que sur des observations insuffisantes mal interprétées. Je répéterai, d'ailleurs, ce que j'ai déjà exposé, avec développements à l'appui, dans un travail plus étendu [1] : les affinités ancestrales des Acinétiens devront plutôt être cherchées du côté des Héliozoaires que du côté des Ciliés. »

LITHOLOGIE. — *Analyse minéralogique de la roche empâtée dans la syssidère d'Atacama.* Note de M. STAN. MEUNIER.

« Il n'y a certainement pas beaucoup de météorites qui aient été aussi souvent analysées que la syssidère du désert d'Atacama, en Bolivie. Tant de chimistes ont publié des recherches à son égard, MM. Allan et Turner, Frapoli, Rivero, Field, Rumler, de Kobell, Morren, Schmid, entre autres, qu'il semble ne plus y avoir rien à chercher quant à sa composition. Tout le monde admet que le fer d'Atacama est comme une seconde édition du fer de Pallas, de sorte que la plupart des minéralogistes, à commencer par Gustave Rose, n'ont fait aucune difficulté pour le comprendre dans le même type lithologique que ce dernier.

» C'est à regret que je me vois forcé de m'inscrire contre une opinion si unanime. Les expériences auxquelles j'ai soumis comparativement les deux masses prouvent qu'elles diffèrent profondément entre elles, malgré leur identité de structure générale qui, consistant en un réseau de fer dont les mailles sont remplies de matériaux pierreux, fait de l'une comme de l'autre des spécimens de filons concrétionnés en cocardes.

» Relativement à la matière métallique les différences sont toutefois peu sensibles : dans Atacama comme dans Pallas, ce qui domine, ce sont les deux alliages de fer et de nickel qualifiés de tænite et de kamacite; ils sont,

[1] *Archives de Zoologie expérimentale*, t. IX, p. 362 et suivantes; 1881.

dans les deux météorites, disposés en zones concentriques autour des fragments pierreux.

» Mais, pour ce qui est de ces fragments eux-mêmes, ils présentent dans Atacama, et contrairement à ce qui résulte des analyses mentionnées plus haut, une composition absolument spéciale.

» Déjà, il y a plus de dix ans ([1]), j'ai annoncé que l'examen à la loupe et quelques essais rapides m'avaient suffi pour reconnaître dans ces fragments, en association avec le péridot granulaire, une proportion notable de pyroxène et de nombreux grains de fer chromé : c'est-à-dire la constitution même de la chassignite météoritique et de la dunite terrestre.

» Depuis l'époque de ce premier travail, j'ai repris l'étude de cette roche si intéressante au point de vue de la Géologie comparée et je viens, en toute assurance, annoncer les résultats suivants, malgré leur complet désaccord avec ceux de mes devanciers.

» Réduite en poudre, la roche pierreuse empâtée dans le fer d'Atacama abandonne à l'aimant une quantité relativement très grande d'une matière aussi magnétique que de la limaille de fer, très fragile, clivable et fort brillante. Cette matière est bien loin d'être uniformément répandue dans la roche; elle abonde surtout au voisinage du squelette métallique, constituant en divers points des géodes et des druses où il ne faut pas désespérer de rencontrer des cristaux déterminables. Elle existe aussi dans quelques fissures de la roche où elle semble s'être introduite très postérieurement à la constitution de celle-ci, peut-être lors de la concrétion filonienne.

» La substance métalloïde dont il s'agit résiste à l'action des acides à froid et paraît être attaquée à peine, et seulement avec une extrême lenteur, par l'acide azotique concentré et bouillant. Tous ses caractères l'identifient avec la schreibersite, signalée depuis longtemps dans les fers météoriques, mais qui se présente ici à un état de pureté tout à fait exceptionnel.

» C'est la première fois qu'on rencontre ce composé remarquable ailleurs que dans la substance même des fers nickelés.

» Avec la schreibersite, se montrent de petits grains faciles à reconnaître pour la pyrrhotine, mais qui sont très peu abondants : aucune analyse, publiée jusqu'ici à ma connaissance, ne mentionne cependant de proportion sensible de soufre dans la météorite qui m'occupe.

» Débarrassée de toute matière magnétique, la roche ne s'attaque qu'incomplètement dans l'eau régale, même après une digestion de plusieurs jours. Tout le péridot disparaît ainsi et dépose des quantités considérables

---

([1]) *Comptes rendus*, t. LXXV, p. 588, 2 septembre 1872.

de silice gélatineuse; en même temps de faibles proportions se dissolvent d'un minéral à la fois alumineux et calcique (probablement de l'anorthite), et la liqueur se charge abondamment de fer provenant du péridot.

» Après lavage et élimination de la silice en gelée, on reconnaît que le résidu consiste dans le mélange d'un minéral cristallin à peu près incolore, avec de très nombreux petits grains, noirs et opaques.

» Ceux-ci sont formés de fer chromé, ainsi que je l'ai antérieurement annoncé.

» Quant au minéral hyalin, c'est un pyroxène magnésien, facile à analyser et très reconnaissable à ses propriétés optiques.

» Dans l'échantillon que j'ai examiné, le pyroxène représentait sensiblement 9 pour 100 du poids total de la roche; cette proportion est donc bien loin d'être négligeable et n'a aucunement son analogue dans la substance pierreuse du fer de Pallas.

» Certes, le dosage des éléments associés dans une roche complexe ne présente qu'un intérêt tout à fait secondaire; les quantités relatives de ces éléments variant nécessairement et parfois même dans de larges limites, suivant l'échantillon considéré. Cependant, ayant été amené, comme on vient de le dire, à évaluer la proportion de pyroxène dans la roche d'Atacama, j'ai cru devoir estimer le poids des autres minéraux qu'elle renferme. Pour la schreibersite et pour la chromite, il ne s'est présenté aucune difficulté. L'anorthite et la pyrrhotine ont été déterminées indirectement, la première d'après la quantité d'alumine renfermée dans l'eau régale; l'autre d'après l'acide sulfurique formé dans l'acide azotique où la schreibersite mêlée de sulfure avait été mise à bouillir. Enfin, j'ai obtenu *par différence* le poids du péridot.

» Voici les nombres ainsi trouvés :

Pyroxène	9,00
Schreibersite	4,00
Chromite	1,20
Anorthite	0,10
Pyrrhotine	0,50
Péridot (*par différence*)	85,20
	100,00

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 26 DÉCEMBRE 1882.

Traité de Botanique; par M. PH. VAN TIEGHEM; fascicule VI, pages 801 à 992. Paris, F. Savy, 1882; in-8°.

Les chevaux dans les temps préhistoriques et historiques; par C.-A. PIÉTREMENT. Paris, Germer-Baillière, 1883; in-8°. (Présenté par M. de Quatrefages.)

Des vésicules séminales. Anatomie et Pathologie; par le Dr O. GUELLIOT. Paris, A. Coccoz, 1883; in-8°. (Renvoi à la Commission des prix de Médecine et Chirurgie, 1883.)

Flore analytique et descriptive des mousses du nord-ouest (environs de Paris, Normandie, Bretagne, Anjou, Maine), 2e édition; par T. HUSNOT. Paris, F. Savy, 1882; in-8°.

Mémoires de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg, VIIe série, t. XXX, nos 6 à 10. Saint-Pétersbourg, 1882; 5 livr. in-4°.

Annales de l'Observatoire impérial de Rio-de-Janeiro, EMM. LIAIS directeur; t. Ier : *Description de l'Observatoire*. Rio-de-Janeiro, typogr. Lombaerts, 1882; in-4° relié.

Acta mathematica, Journal rédigé par M. MITTAG-LEFFLER, n° 1. Stockholm, Beijer; Berlin, Mayer et Muller; Paris, A. Hermann, 1882; in-4°. (Présenté par M. Hermite.)

Atti della R. Accademia dei Lincei; anno CCLXXVIII, 1880-81, serie terza. Memiore della classe di Scienze fisiche, matematiche e naturali, vol. IX-X. Roma, Salviucci, 1881; 2 vol. in-4°.

Associazione meteorologica italiana. Atti della prima riunione meteorologica italiana. Torino, tipogr. S. Giuseppe, 1881; in-8°.

Lehrbuch zur Bahnbestimmung der Kometen und Planeten; von TH. R. V. OPPOLZER. Erster Band. Leipzig, W. Engelmann, 1882; in-8° relié.

FIN DU TOME QUATRE-VINGT-QUINZIÈME.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JUILLET — DÉCEMBRE 1882.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME XCV.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

L

M

N

O

P

S

T

V

Z

TABLE DES AUTEURS.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

Z

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
8035 Paris. — Quai des Augustins, 55.